LIBRARY
EDUC.
PSYCH.
LIBRARY

UNIV. OF CALIFORNIA

ARCHIV

FÜR DIE

GESAMTE PSYCHOLOGIE

BEGRÜNDET VON E. MEUMANN

ORGAN DER GESELLSCHAFT FÜR EXPERIMENTELLE PSYCHOLOGIE

UNTER MITWIRKUNG

VON

ACH, E. BECHER, H. HÖFFDING, F. KIESOW, KIRSCHMANN, O. KLEMM, E. KRAEPELIN, F. KRUEGER, C. MARBE, G. MARTIUS, A. MESSER, R. SOMMER, G. STÖRRING, J. WITTMANN

HERAUSGEGEBEN VON

W. WIRTH

LI. BAND

MIT 64 TEXTFIGUREN UND 3 TAFELN

LEIPZIG

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H.

1925

BF3
A7
v.51
LIBRARY
EDUC.
PSYCH.
LIBRARY

Es wurden ausgegeben:

Heft 1/2 (S. 1—272) am 9. April 1925
Heft 3/4 (S. 273—560) am 30. Mai 1925

Inhalt des einundfünfzigsten Bandes.

Seite

Emil Fauth, Testuntersuchungen an Schulkindern nach der Methode des fortlaufenden Addierens. Mit 7 Abbildungen im Text 1

Joh. Wittmann, Beiträge zur Analyse des Hörens bei dichotischer Reizaufnahme. Mit 6 Figuren im Text und 2 Tafeln 21

F. Kiesow, Über den Wettstreit der Sehfelder bei Bedeckung des einen Auges und den Begriff des »Unbemerkten« 123

Hans Schriever, Über die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes im Gebiete des Drucksinns bei möglichst verhinderter Reizausbreitung. Mit 5 Figuren im Text 137

G. Anschütz, Untersuchungen zur Analyse musikalischer Photismen. Mit 38 Figuren im Text 155

Götz Martius, Die zentrale Stellung der Psychologie in der Philosophie 219

Programm des in München abzuhaltenden 9. Kongresses für experimentelle Psychologie 267

O. H. Mergelsberg, Der Satz von der Ausschließlichkeit der Empfindungsgrundlage 273

Herbert Kleint, Über den Einfluß der Einstellung auf die Wahrnehmung. Mit 5 Figuren im Text 337

R. Pauli und A. Wenzl, Experimentelle und theoretische Untersuchungen zum Weber-Fechnerschen Gesetz. Mit 3 Figuren im Text 399

Ernst Jacob, Über Entstehung und Verwendung der Begriffe. Mit einer Tafel im Text 495

Literaturberichte:

Arthur Kronfeld, Psychotherapie. (*Jolowicz*) 252

Karl Birnbaum, Grundzüge der Kulturpsychopathologie. (*Jolowicz*) . 253

J. R. Kantor. Principles of Psychology. (*Bergfeld*) 253

Carl E. Seashore, A Survey of Musical Talent in the Public Schools. (*Bergfeld*) 255

Frederick Ward Ninde, The application of the auditory memory span test to two thousand institutional epileptics: a study in relative associability. (*Bergfeld*) 255

Felix Krüger, Der Strukturbegriff in der Psychologie. (*Bergfeld*) . . 255

U. Gerhardt, Über das Sinnesleben und die Plastizität der Instinkte bei Spinnen. (*F. Pauli*) 256

E. Uhlmann, Über Pluripotenz, Spezifikation und Entwicklungsbahnen im Bauinstinkt der Trichopterenlarven. (*F. Pauli*) 257

O. Koehler, Sinnesphysiologische Untersuchungen an Libellenlarven. (*F. Pauli*) 257

599151

Seite

Max Döring, Pädagogisch-psychologische Arbeiten aus dem Institut des Leipziger Lehrervereins. (*A. Busemann*) 257
Johannes Ilberg, Neue Jahrbücher für Wissenschaft und Jugendbildung. (*A. Busemann*) 259
O. Funke, Innere Sprachform. (*A. Busemann*) 259
Sigurd Näsgard, Die Form der Bewußtheit. (*O. Sterzinger*) 260
Knight Dunlap, The Elements of Scientific Psychology. (*Bergfeld*) . . 261
Karl Haff, Rechtspsychologie. (*K. Runge*) 265
Bruno Bauch, Das Naturgesetz. (*Gawronsky*) 540
Fritz Giese, Das außerpersönliche Unbewußte. (*Hermann Michel*) . . 541
Wilhelm Jerusalem, Einleitung in die Philosophie. (*A. Römer*) . . . 541
Otto Selz, Über die Persönlichkeitstypen und die Methoden ihrer Bestimmung. (*Hermann Michel*) 542
R. Heinrich, Über Komplexbildung und Assoziation. (*Busemann*) . . 543
Rudolf Brun, Das Leben der Ameisen. (*F. Pauli*) 544
E. G. Pringsheim, Methodik der Reizversuche an einzelligen Lebewesen. (*F. Pauli*) 545
Richard Hohenemser, Arthur Schopenhauer als Psychologe. (*F. Scola*) 545
Gustav Störring, Was soll uns Kant sein? (*H. Jancke*) 547
E. Utitz, Jahrbuch der Charakterologie. (*H. Jancke*) 549
Paul Maag, Geschlechtsleben und seelische Störungen. (*S. Fischer*) . 554
Werner Hartoch, Sexualpsychologische Studie zur Homosexualität. (*S. Fischer*) 554
Heinrich Többen, Über den Inzest. (*S. Fischer*) 555
A. Hornheffer, Philosophie-Büchlein. Ein Taschenbuch für Freunde der Philosophie. (*A. Römer*) 555
August Messer, Der kritische Realismus. (*A. Römer*) 556
Emil Mattiesen, Der jenseitige Mensch. (*A. Römer*) 557
J. H. Leuba, The Immediate Apprehension of God according to William James and William E. Hocking in The Journal of Philosophy. (*A. Römer*) 560

ARCHIV
FÜR DIE
GESAMTE PSYCHOLOGIE

BEGRÜNDET VON E. MEUMANN

ORGAN DER GESELLSCHAFT FÜR EXPERIMENTELLE PSYCHOLOGIE

UNTER MITWIRKUNG
VON

N. ACH, E. BECHER, H. HÖFFDING, F. KIESOW, A. KIRSCHMANN, O. KLEMM, E. KRAEPELIN, F. KRUEGER, C. MARBE, G. MARTIUS, A. MESSER, R. SOMMER, G. STÖRRING, J. WITTMANN

HERAUSGEGEBEN VON
W. WIRTH

LI. BAND, 1. u. 2. HEFT

MIT 56 TEXTFIGUREN UND 2 TAFELN

LEIPZIG
AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H.
1925
Printed in Germany

Ausgegeben am 9. April 1925

Inhalt des 1. u. 2. Heftes.

Seite

Emil Fauth, Testuntersuchungen an Schulkindern nach der Methode des fortlaufenden Addierens. Mit 7 Abbildungen im Text 1

Joh. Wittmann, Beiträge zur Analyse des Hörens bei dichotischer Reizaufnahme. Mit 6 Figuren im Text und 2 Tafeln 21

F. Kiesow, Über den Wettstreit der Sehfelder bei Bedeckung des einen Auges und den Begriff des »Unbemerkten« 123

Hans Schriever, Über die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes im Gebiete des Drucksinns bei möglichst verhinderter Reizausbreitung. Mit 5 Figuren im Text 137

G. Anschütz, Untersuchungen zur Analyse musikalischer Photismen. Mit 38 Figuren im Text 155

Götz Martius, Die zentrale Stellung der Psychologie in der Philosophie 219

Literaturberichte:

Arthur Kronfeld, Psychotherapie. (*Jolowicz*) 252

Karl Birnbaum, Grundzüge der Kulturpsychopathologie. (*Jolowicz*) . 253

J. R. Kantor. Principles of Psychology. (*Bergfeld*) 253

Carl E. Seashore, A Survey of Musical Talent in the Public Schools. (*Bergfeld*) 255

Frederick Ward Ninde, The application of the auditory memory span test to two thousand institutional epileptics: a study in relative associability. (*Bergfeld*) 255

Felix Krüger, Der Strukturbegriff in der Psychologie. (*Bergfeld*) . . 255

U. Gerhardt, Über das Sinnesleben und die Plastizität der Instinkte bei Spinnen. (*F. Pauli*) 256

E. Uhlmann, Über Pluripotenz, Spezifikation und Entwicklungsbahnen im Bauinstinkt der Trichopterenlarven. (*F. Pauli*) 257

O. Koehler, Sinnesphysiologische Untersuchungen an Libellenlarven. (*F. Pauli*) 257

Max Döring, Pädagogisch-psychologische Arbeiten aus dem Institut des Leipziger Lehrervereins. (*A. Busemann*) 257

Johannes Ilberg, Neue Jahrbücher für Wissenschaft und Jugendbildung. (*A. Busemann*) 259

O. Funke, Innere Sprachform. (*A. Busemann*) 259

Sigurd Näsgard, Die Form der Bewußtheit. (*O. Sterzinger*) 260

Knight Dunlap, The Elements of Scientific Psychology. (*Bergfeld*) . . 261

Karl Happ, Rechtspsychologie. (*K. Runge*) 265

(Aus dem Psychologischen Institut der Universität München.)

Testuntersuchungen an Schulkindern nach der Methode des fortlaufenden Addierens.

Von

Emil Fauth.

(Mit 7 Abbildungen im Text.)

I. Zweck und Ziel der Untersuchungen.

W. Stern hat in seinem Aufsatze »Tatsachen und Ursachen der seelischen Entwicklung« auf verschiedene Regelmäßigkeiten des psychischen Wachstums hingewiesen. Durchschnittswerte für bestimmte Altersstufen lagen damals (1907) vor für die Entwicklung des Gedächtnisses (Scripture, Netschajeff, Ebbinghaus), der Kombinationsfähigkeit (Ebbinghaus) uud des Leistungsfortschritts in der Aussage (W. Stern). Der Rhythmus der Entwicklung von »Langsam« und »Schnell« hatte aber, wie Stern selbst betonte, zu seiner »endgültigen Feststellung noch genauere Prüfungen auf einer viel breiteren Basis nötig« (15). Seither sind nun zahlreiche Beiträge über den Entwicklungsrhythmus der verschiedensten Seiten des psychischen Lebens geliefert worden. Auch die folgenden Untersuchungen haben den Zweck, die für die Feststellung entwicklungspsychologischer Regelmäßigkeiten notwendige Tatsachensammlung zu erweitern. Die Aufstellung von Normalwerten für die Additionsleistungsfähigkeit bei Schulkindern und das Auffinden typischer Unterschiede nach Alter, Geschlecht und Bildungsmilieu besitzen aber nicht nur Bedeutung für die Psychologie der Entwicklung und der individuellen Unterschiede, vielmehr werden die Ergebnisse auch für den Vertreter der angewandten Psychologie, also für den Psychiater, Berufspsychologen und Pädagogen wertvoll

sein; denn durch die gefundenen Mittelwerte sind Unterlagen für die Testverwendung des fortlaufenden Addierens geschaffen worden.

Bei den fortlaufenden Arbeitsmethoden, die zuerst planmäßig von Oehrn untersucht worden sind (8), handelt es sich nicht »um die Messung einzelner abgegrenzter Leistungsakte, sondern um die Lösung reihenweise sich aneinanderschließender, gleichartiger Einzelaufgaben (4). Die Zahl derartiger Leistungen, welche die Vp. während einer bestimmten Zeit zustande bringt, gibt unmittelbar ein Maß für die Arbeitsfähigkeit derselben auf dem untersuchten Gebiete.

Es erübrigt sich an dieser Stelle, in extenso auf die Analyse des Additionsvorganges einzugehen; erwähnt werden sollen nur die von Kraepelin und Oehrn entwickelten allgemeinen Gesichtspunkte und die für diese Arbeit grundlegenden Erörterungen zur Methode und Analyse des fortlaufenden Addierens von R. Pauli (9). Dieser hat auf die Testverwendung der fortlaufenden Arbeitsmethoden, insbesondere des fortlaufenden Addierens, auf dem VII. Kongreß für experimentelle Psychologie (Marburg 1921) mit Recht hingewiesen; denn das ganze Verfahren besitzt einen ausgesprochenen Testcharakter. Man denke an die kurze Prüfungsdauer, die gleichzeitige Prüfung vieler Vpn., abgetrennte psychische Leistung, leichte Gewinnung von Normalwerten aus größeren Massenuntersuchungen und an die Möglichkeit der Berechnung des Wiederholungseinflusses.

Auf doppeltem Wege konnte daraus ein neues und brauchbares Testverfahren zur Prüfung der Rechenleistungsfähigkeit gewonnen werden: Einmal mußten mittlere Leistungswerte nach den einzelnen Schul- bzw. Altersstufen sowie nach Geschlecht und Umgebungseinflüssen festgestellt werden, anderseits war der Einfluß der Wiederholung auf die Konstanz der Rangordnung zu untersuchen. Während die Lösung des zweiten Problems von H. Schriever in Angriff genommen wurde (13), bestand die Aufgabe dieser Arbeit darin, Normalwerte mit dem Schwankungsbereich unter Berücksichtigung der genannten Verschiedenheiten aufzustellen.

Ich möchte an dieser Stelle nicht versäumen, Herrn Oberstadtschulrat Dr. Baier in München und Herrn Schulrat Keck in Neuenbürg für die Erlaubnis zur Ausführung der Versuche an Schulkindern ihrer Bezirke bestens zu danken. Besonderen Dank schulde ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr.

R. Pauli, für die Anregung zu den Untersuchungen, für die ständige Leitung der Arbeit sowie für die Vorveröffentlichung der Hauptergebnisse (10).

II. Materialgewinnung und Gesichtspunkte der Auswertung.

Im ganzen sind etwa 1500 mit dem fortlaufenden Addieren nicht vertraute Schulkinder geprüft worden; von 1214 konnten die Leistungen ausgewertet werden. 644 Vpn. entstammten einer ausgebauten Münchener Volksschule, 570 Dorfschulen in Württemberg. Da in diesen das 8. Schuljahr noch nicht durchgeführt ist, so mußte der 1. Jahrgang der Fortbildungsschulpflichtigen zur Ergänzung herangezogen werden. Die Schülerzahl in den einzelnen Klassen betrug durchschnittlich 40. An dem Münchener Schulkomplex bildete jeder Jahrgang eine Knaben- und eine Mädchenklasse; in den Landschulen dagegen bestand im allgemeinen ein dreiklassiges Schulsystem, d. h. der Lehrer der Unterstufe unterrichtete die Kinder vom 1. bis 3., der der Mittelstufe die vom 4. und 5. und der der Oberstufe die vom 6. und 7. Schuljahr (Trennung nur nach Schulalter, nicht nach Geschlecht). In der weiteren Darstellung können wir die Begriffe Klasse und Schuljahr identifizieren. Für jede Klasse wurde außerdem ein Untersuchungsbogen angelegt, in dem neben allgemeinen Bemerkungen jedes einzelne Schulkind nach besonderen Gesichtspunkten aufgeführt war (Name, Geburt, Schuleintritt, Schuljahr, soziale Verhältnisse der Eltern, berufliche Tätigkeit der Vp., Begabungsgrad, allgemeine Leistungs- und Rechennote nach der einheitlichen Skala I bis V, gleich sehr gut bis ungenügend). Die Untersuchungen fanden im Februar und März, also im letzten Viertel des Schuljahres statt, wobei fast regelmäßig die 2. und 3. Unterrichtsstunde am Vormittage benutzt wurde. Alle Versuche wurden im Schulraum der betreffenden Klasse angestellt, dabei war für geeignete Beleuchtung und Schreibgelegenheit gesorgt und gegen störende Unterbrechungen Vorkehrung getroffen. Nach einer der Altersstufe angemessenen Erklärung der Aufgabe bekamen die Vpn. die Kraepelinschen Rechenhefte. Von den senkrechten Reihen einstelliger Zahlen waren immer nur zwei so zu addieren, daß die Summe der darüber- und darunterstehenden Ziffer rechts in die Lücke zu schreiben war. Bei der zweistelligen Summe blieb die Zehnerstelle (eins) im Sinne der Gleichmäßigkeit des Verfahrens weg. Nach zwei vorbereitenden Zeichen begann ein sechsminutenlanges Addieren.

Mit dem Ablauf der 3. Minute erfolgte der Befehl: »Strich!«, den jede Vp. sofort auszuführen hatte.

Zunächst wurde bei jedem Schulkinde die Zahl der Additionen in den ersten und den zweiten 3 Minuten festgestellt. Da sich keine wesentlichen Unterschiede in den beiden Leistungszeiten ergaben, so war es angängig, für jedes Schulkind die durchschnittliche Zahl der Additionsleistungen in 1 Minute aus der ganzen Zeit zu berechnen. Daher ist in der folgenden Darstellung die Zahl der schriftlichen Additionen und die der Fehlleistungen nach der durchschnittlichen Minutenleistung ausgedrückt.

Typische Unterschiede nach Alter, Geschlecht und Bildungsmilieu sind quantitativ und qualitativ festzustellen, um zu einer einwandfreien Testverwendung der Ergebnisse zu gelangen. Ferner ist es von besonderer Wichtigkeit, den Grad der Abhängigkeit zwischen den Additionsleistungen und den Noten für das Rechnen und die allgemeinen Leistungen zu berechnen.

III. Unterschiede nach dem Alter.

A. Klassenalter.

Die Ergebnisse der quantitativen Auswertung sind in Tab. I wiedergegeben.

Tabelle I.

Schuljahr oder Klasse	Mittlere Additionsleistungen in 1 Minute	Zunahme der Leistungen in	
		%	%
I	2,6	—	—
II	5,0	92	17
III	9,6	92	33
IV	12,6	31	21
V	15,8	25	23
VI	20,4	29	33
VII	21,7	6	9
VIII	22,9	5	8

Betrachten wir an Hand der Zusammenstellung und der graphischen Darstellung (Abb. 1) das Wachstum der mittleren Additionsleistungen nach dem Klassenalter, so erkennen wir bei steigendem Alter eine immer geringer werdende Zunahme. Das Wachstum der mittleren Additionsleistungen verläuft also, wie aus der prozentischen Zunahme (mittlere Spalte von Tab. I) und

aus der Mittelwertskurve ersichtlich, im Sinne des Relativitätssatzes, d. h. die mittlere Additionsleistung ändert sich mit dem Klassenalter derart, daß sie erst schnell, dann immer langsamer einem Höchstwert im Sinne etwa der logarithmischen Kurve zustrebt (11). Diese Tatsache bestätigt sich noch mehr, wenn man die Tabelle und den Kurvenverlauf durch die weiterhin aufgefundenen mittleren Additionsleistungen vom 16. bis zum 28. Lebensjahre

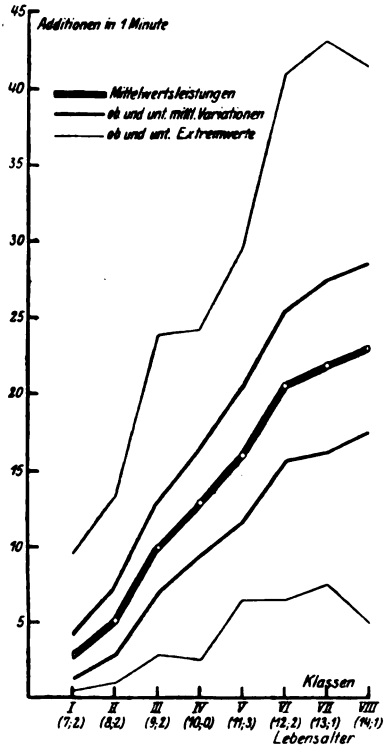


Abb. 1.

ergänzt. Durch die Benützung der Ergebnisse aus noch nicht veröffentlichten Untersuchungen des Verfassers bei Soldaten und aus den Arbeiten von R. Pauli (9) und E. Schriever (13) können folgende Durchschnittswerte aufgestellt werden: im Alter von 15 Jahren leisten die betreffenden Vpn. 25, von $16^1/_2$ Jahren 32,7 und von 28 Jahren 34 Additionen in einer Minute.

Verfolgen wir die erste und zweite Kolumne der Tab. 1 näher, so zeigt sich in Hinsicht auf die vorhergehende Klassen-

leistung in Schuljahr II und III eine sehr starke Zunahme (über 90 %), in IV, V und VI eine mittlere (rund 30 %) und in den beiden oberen Klassen je eine schwache von etwa 6 %. Da in der graphischen Darstellung, in der das Wachstum durch die Ordinaten verdeutlicht ist, die Zunahme stets auf dieselbe Einheit bezogen ist, so müssen sich auch die einzelnen Veränderungen anders auswirken. Wir finden daher die stärkste Zunahme von II bis III und V bis VI, eine mittlere von I bis II, III bis IV und IV bis V und eine schwache von VI bis VIII. Diese Betrachtungsweise findet denselben Ausdruck auch in der dritten Kolumne der Tab. I, wobei die Zunahme der Additionsleistungen nach dem Mittel aller durchschnittlichen Klassenleistungen (13,8 Additionen in einer Minute) in Prozenten ausgedrückt wird.

Diese Wachstumserscheinungen der Mittelwerte finden ihr Spiegelbild in den Größen der positiven und negativen mittleren Variationen (± m. V.) und in den oberen und unteren Extremwerten, unter denen die größten und kleinsten Zahlen von Additionsleistungen, die jeweils in einer Klasse vorkommen, zu verstehen sind.

Tabelle II.

Klasse	± m. V	± m. V. in %	Extremwerte obere	Extremwerte untere
I	1,2	46	9,3	0,3
II	2,1	42	13,1	0,7
III	2,8	29	23,7	2,7
IV	3,3	26	24,0	2,3
V	4,1	26	29,3	6,3
VI	4,8	24	40,7	6,3
VII	5,5	25	43,0	7,3
VIII	5,4	23	41,3	4,7

Diese sind natürlich mehr oder weniger zufälligen, individuellen Schwankungen unterworfen. Nach Spalte 1 der Tab. II und dem daraus dargestellten Kurvenverlauf der ± m. V. in Abb. 1 verbreitert sich der Variationsraum bei steigendem Klassenalter immer mehr (Divergenz der einzelnen Kurven). Werden aber die oberen und unteren mittleren Variationen nach den entsprechenden mittleren Klassenleistungen in Prozenten ausgedrückt (Tab. II 2. Spalte), so tritt das umgekehrte Verhältnis ein.

Dieser Anstieg der Leistungen mit dem Klassenalter stimmt überein mit dem Verlauf des geistigen Wachstums, wie er durch die Untersuchungen von Byschewsky, Kiretta, Naw-

rotzky (1), Koch (3), Habrich (2), G. F. Lipps (6), Netschajeff und Lobsien (7), Schröbler (14) und anderen in ähnlicher Weise aufgezeigt wurde.

Weiterhin ist es in der qualitativen Auswertung von Interesse, die mittleren Fehlleistungen nach dem Klassenalter miteinander zu vergleichen. Nach der Feststellung der durchschnittlichen Fehlerzahl in einer Minute pro Klasse konnten die Fehlleistungen nach der mittleren Additionsleistung der entsprechenden Klasse in Prozent ausgedrückt werden.

Tabelle III.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Mittlere Fehlleistungen in %	16,2	5,3	2,1	2,2	1,5	3,0	1,6	2,0

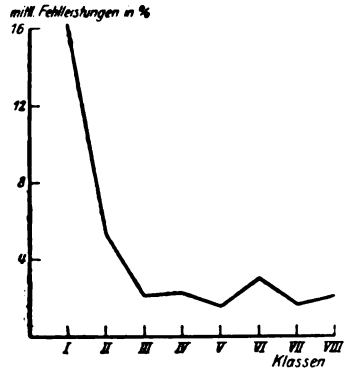


Abb. 2.

Aus der in Abb. 2 veranschaulichten Tab. III läßt sich ersehen, daß die Abnahme der Fehlleistungen nicht proportional ist, sondern nach einem schnellen Abfall in annähernde Konstanz übergeht. Kiretta und Nawrotzky (1) konnten auf anderen Gebieten ein ähnliches Verhalten feststellen.

B. Lebensalter.

Da von jedem Schulkinde der Geburtstag aufgenommen war, so ließ sich das durchschnittliche Alter der Vpn. in den Schuljahren berechnen, um die Leistungsergebnisse nach dem Lebensalter zu vergleichen. Dieses ist in Abb. 1 in Jahren und Monaten wiedergegeben, und es bedeutet z. B. 7;2 unter Schuljahr I das

Durchschnittsalter 7 Jahre und 2 Monate. Stellt man nun die geringen Abweichungen der Altersunterschiede von Klasse zu Klasse auf der X-Achse dar, so ergibt sich aus der Verschiebung kein wesentlich verändertes Bild des Kurvenverlaufes; es ist jedoch interessant, daß die auch sonst festgestellte Periode der Verlangsamung zwischen dem IV. und V. Schuljahr durch die stärkere Verflachung der Kurve noch deutlicher zum Ausdruck kommt. Für die folgende Darstellung erübrigt sich die Verwertung nach dem Lebensalter, da die geringen Altersunterschiede zwischen Knaben und Mädchen und zwischen Stadt- und Dorfkindern keine wesentlichen Veränderungen ergeben.

IV. Unterschiede nach dem Geschlecht.

Von zwei verschiedenen Seiten her ist man auf das Problem von typischen Geschlechtsunterschieden aufmerksam geworden. Einmal ging man davon aus, typische Verschiedenheiten ganz allgemein aufzustellen (vgl. Schopenhauer, Möbius, Weininger, Heymans u. a.); andererseits aber konnten durch die experimentelle Psychologie in den beiden letzten Dezennien für einzelne Seiten des psychischen Lebens charakteristische Unterschiede aufgezeigt werden, wodurch eine Prüfung der theoretisch aufgestellten Typisierung ermöglicht wurde. O. Lipmann trug die in zahlreichen Einzeluntersuchungen festgestellten Geschlechtsunterschiede zusammen, die aber, wie er mit Recht bemerkt, noch nicht auf eine Formel gebracht werden konnten (5). Zur Aufstellung der schon im Kindesalter vorhandenen typischen Geschlechtsunterschiede, die für die pädagogischen und jugendkundlichen Probleme der Koëdikation, Koinstruktion, Lehrplangestaltung, Berufseignung usw. äußerst wichtig sind, werden daher neue Tatsachen benötigt, die z. T. auch aus unserem Material gewonnen werden können.

Da R. Pauli (9) in seinen ersten Untersuchungen, die zunächst nur methodologischen Charakter hatten, ein Zurückbleiben der mittleren Frauenleistung von etwa 10 % berechnete, so muß auch an unseren Ergebnissen nachgeprüft werden, ob es sich um einen typischen, durch das Geschlecht bedingten Leistungsunterschied handelt, zumal E. Schriever (13) zeigen konnte, daß solche Unterschiede in der Wiederholung nicht nur weiterbestehen, sondern wesentlich verstärkt werden.

Tabelle IV.

Klasse	Knaben				Mädchen				Diff. d. Mädch. in %
	a. M. (± m. V.)	m. V. in %	Extremwerte obere	untere	a. M. (± m. V.)	m. V. in %	Extremwerte obere	untere	
I	2,8 (± 1,2)	43	9,3	0,3	2,5 (± 1,3)	52	6,3	0,3	— 10,7
II	5,3 (± 1,7)	32	13,3	1,0	4,8 (± 2,5)	52	10,7	0,7	— 9,4
III	10,9 (± 2,9)	27	23,7	3,3	8,3 (± 2,8)	34	16,7	2,7	— 23,9
IV	13,5 (± 3,2)	24	24,0	3,3	11,7 (± 3,5)	30	23,3	3,0	— 13,3
V	16,8 (± 3,7)	22	29,3	7,0	15,0 (± 4,5)	30	24,7	6,3	— 10,7
VI	21,6 (± 3,6)	17	37,7	10,7	19,3 (± 6,1)	32	40,0	6,3	— 10,6
VII	21,0 (± 4,4)	21	43,0	11,0	22,5 (± 6,6)	29	36,7	7,3	+ 7,1
VIII	23,4 (± 4,1)	18	33,3	16,0	22,5 (± 6,7)	30	41,3	14,2	— 8,3

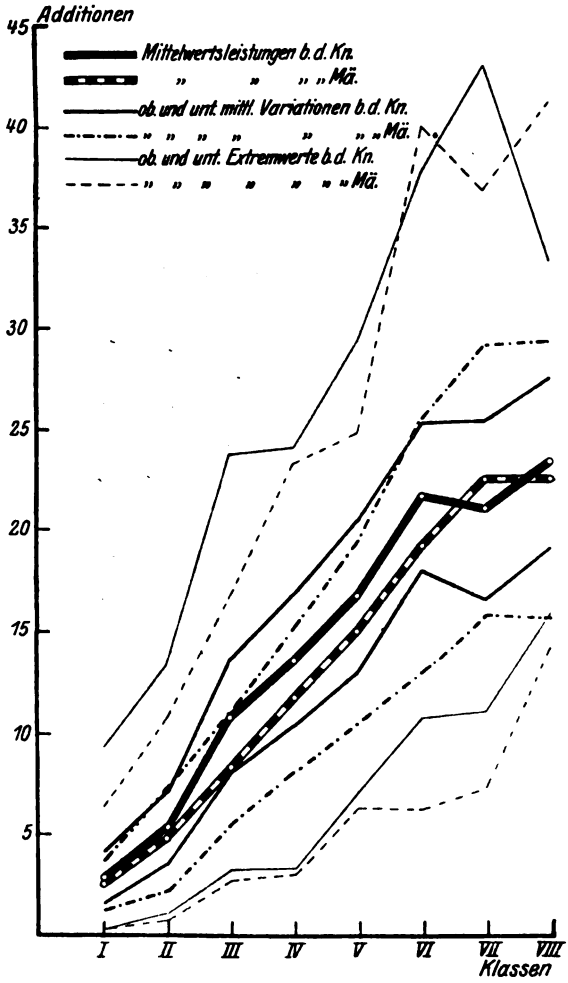


Abb. 8.

Vergleichen wir die in Tab. IV und auf Abb. 3 dargestellten arithmetischen Mittel (a. M.) der einzelnen Knaben- und Mädchenklassenleistungen, so ergibt sich, daß die mittleren Additionsleistungen der Mädchen immer niedriger sind, nur in Klasse VII zeigen sie einen Vorsprung. Daß diese Erscheinung, die sich bekanntlich auf anderen Gebieten ähnlich zeigt (vgl. Koch (3), Habrich (2), O. Lipmann (5) u. a.), nicht zufällig ist, geht daraus hervor, daß in unseren Untersuchungen alle Mädchenklassen des VII. Schuljahrs immer die höhere Zahl der mittleren Additionsleistungen hatten, was nur mit typischen Geschlechtsunterschieden erklärt werden kann (früher einsetzende weibliche Pubertät, größerer Schulwille und Gefallsucht bei den Mädchen gerade in diesem Alter!). Drücken wir die Differenzen der a. M. bei den Knaben- und Mädchenklassen nach den entsprechenden Knabenleistungen in Prozenten aus (letzte Kolumne der Tab. IV), so sind die mittleren Knabenleistungen um durchschnittlich 11,8 % höher (Pauli fand rund 10 %, dabei wurde die Differenz nach den Mädchenleistungen in Prozenten ausgedrückt), in Klasse VII dagegen um 7,1 % geringer. Das auffallende Zurückgehen der a. M. bei den Knaben in Schuljahr VII (Sinken der Kurve) beruht in der Hauptsache auf geringen Leistungen der Dorfschüler, die meist kurz vor der Schulentlassung widerspenstig sind und einen geringeren Schulwillen als die Mädchen zeigen.

Während das Wachstum bei den Knabenklassen den schon festgestellten Wechsel von »Langsam« und »Schnell« in der graphischen Darstellung auf Abb. 3 deutlich zeigt, finden wir bei den Mädchen eine Zunahme, die fast linear fortschreitet, was jedoch nur zufällig ist; denn bei einer Trennung der Mädchenklassen nach Dorf und Stadt erhalten wir beiderseits den obigen Wachstumsrhythmus.

Aus den Größen der $\pm$ m. V. und der Extremwerte lassen sich weitere Geschlechtsunterschiede ablesen. Die Kurven der — m. V. und der unteren Extremwerte der Mädchen verlaufen regelmäßig tiefer, während die der + m. V. und der oberen Extremwerte bei den Knaben und Mädchen dem Verlauf der a. M. etwa entsprechen. Verfolgen wir unter Nichtbeachtung der Extremwerte den Variationsraum der Knaben- und Mädchenleistungen in Abb. 3, so ist dieser bis zur Klasse V wohl bei dem männlichen Geschlecht höher liegend, aber im allgemeinen bei Knaben und Mädchen von gleicher Breite; in den oberen Klassen dagegen vergrößern sich die Streuungswerte bei den

Mädchen und schließen den Streuungsraum der Knaben ein. Vergleichen wir aber die entsprechenden Werte in Tab. IV, so ist die Variationsbreite der Mädchen fast durchgängig die größere.

Diese Ergebnisse unterstützen zunächst jene Theorie, die behauptet, daß das männliche Geschlecht für rechnerische Leistungen und vielleicht auch für die ganze mathematische Begabung besser veranlagt sei. Es kann an dieser Stelle an die Untersuchungen von W. Peters (12) erinnert werden, aus denen sich u. a. ergeben hat, daß Söhne, Väter und Großväter die höhere Durchschnittsnote im Rechnen hatten. Aus unseren Untersuchungen ergibt sich, daß das männliche Geschlecht wenigstens für das Addieren und damit aber — was auch von erfahrenen Schulmännern bestätigt wird — für die anderen Grundrechnungsarten besser veranlagt ist; denn es konnten recht hohe Korrelationen zwischen Addieren einerseits und Subtrahieren, Multiplizieren und Dividieren andererseits nachgewiesen werden. In den oberen Klassen erreichen einige Mädchen sehr hohe Leistungen, was für die Berufspsychologie von besonderer Bedeutung ist.

Interessante Unterschiede ergeben sich aus der Gegenüberstellung der mittleren Fehlleistungen in Prozenten nach Tab. V und Abb. 4.

Tabelle V.

Klasse	mit Fehlleistungen in %	
	Knaben	Mädchen
I	12,9	19,4
II	4,6	6,0
III	1,6	2,5
IV	2,4	2,0
V	1,4	1,5
VI	1,0	4,9
VII	1,7	1,5
VIII	1,6	2,4

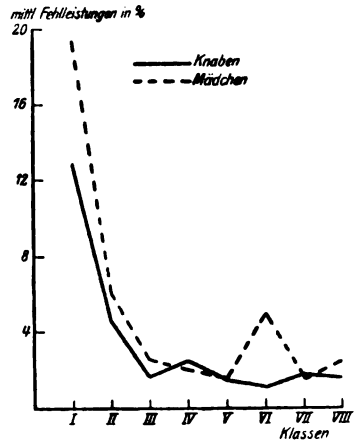


Abb. 4.

Im allgemeinen haben die Mädchen die größeren Fehlleistungen, was mit den Erfahrungen der Schule wiederum gut übereinstimmt. Das umgekehrte Verhältnis in Klasse IV und VII

dürfte zufällig sein, zumal die größere Fehlerzahl der Knaben in Klasse VII durch einen sehr schlechen Schüler bedingt ist. Dieselben Ergebnisse finden wir in den Untersuchungen von J. van der Torren (16), in denen die Mädchen weit mehr Falschbenennungen als die Knaben hatten.

Ebenso verweisen auch die in Tab. VI zusammengestellten Fehlleistungen nach dem Gesamtdurchschnitt auf typische Geschlechtsunterschiede innerhalb dieses Leistungsgebietes.

Tabelle VI.

	1.—3. Minute		4.—6. Minute		in der ganzen Zeit	
	Knaben	Mädchen	Knaben	Mädchen	Knaben	Mädchen
Gesamtdurchschnitt der Fehlleist. in %	2,3	4,2	4,4	5,7	3,4	5,0

Der in quantitativer und qualitativer Hinsicht bestehende Zusammenhang hat für die Auswertung unserer Ergebnisse eine grundlegende methodische Bedeutung; denn diese Tatsachen widerlegen den möglichen Einwand, daß die quantitativen Minderleistungen der Mädchen qualitativ — durch größere Zuverlässigkeit etwa — ausgeglichen werden könnten. Durch dieses Hand-in-Hand-gehen sind die quantitativen und qualitativen Unterschiede nicht allein sichergestellt, sondern sie verweisen noch deutlicher, wenn man sie rechnerisch als additive Größen betrachtet, auf typische, durch das Geschlecht bedingte Leistungsunterschiede zurück.

V. Unterschiede nach dem Bildungsmilieu.

Wenn auch durch die Stammesverschiedenheit gewisse Unterschiede zwischen Dorf- und Stadtkindern von vornherein zu erwarten sind, so ist es doch angebracht, charakteristische Unterschiede, die sich aus unserem Material ermitteln lassen, hervorzuheben.

Vergleichen wir die Leistungen nach Tab. VII und Abb. 5, so ergibt sich, daß die Landkinder in den Klassen II und IV—VII die höheren Additionsleistungen haben, dabei besteht im VI. Schuljahr die größte Differenz. Versuchen wir diese Erscheinung zu erklären, so muß darauf hingewiesen werden, daß die höhere Leistung der Stadtkinder im I. Schuljahr natürlich ist; denn die Landkinder, die weniger Unterricht erhalten, besitzen an

Tabelle VII.

Klasse	Stadtkinder				Landkinder				Diff. d. Stadtk. nach d. Dorfk. in %
	a. M. (± m.V.)	m. V. in %	Extremwerte obere	Extremwerte untere	a. M. (± m.V.)	m. V. in %	Extremwerte obere	Extremwerte untere	
I	3,4 (± 1,8)	38	9,3	0,7	1,9 (± 1,2)	66	6,8	0,3	+ 78,9
II	3,9 (± 1,7)	47	12,0	0,7	6,1 (± 2,5)	40	18,3	1,0	— 36,0
III	10,1 (± 2,9)	28	22,7	3,7	9,1 (± 2,8)	30	23,7	2,7	+ 11,0
IV	11,7 (± 3,2)	26	24,0	3,0	13,5 (± 3,5)	26	23,3	3,3	— 13,3
V	14,9 (± 3,7)	25	29,3	6,7	16,9 (± 4,5)	27	28,3	6,3	— 11,9
VI	16,5 (± 3,6)	23	29,3	6,3	24,3 (± 6,1)	25	40,0	10.3	— 32,1
VII	19,8 (± 4,4)	22	36,7	11,0	23,6 (± 6,6)	27	43,0	7,3	— 16,1
VIII	23,0 (± 4,1)	18	41,3	14,3	18,7 (± 6,7)	35	36,3	4,7	+ 23,0

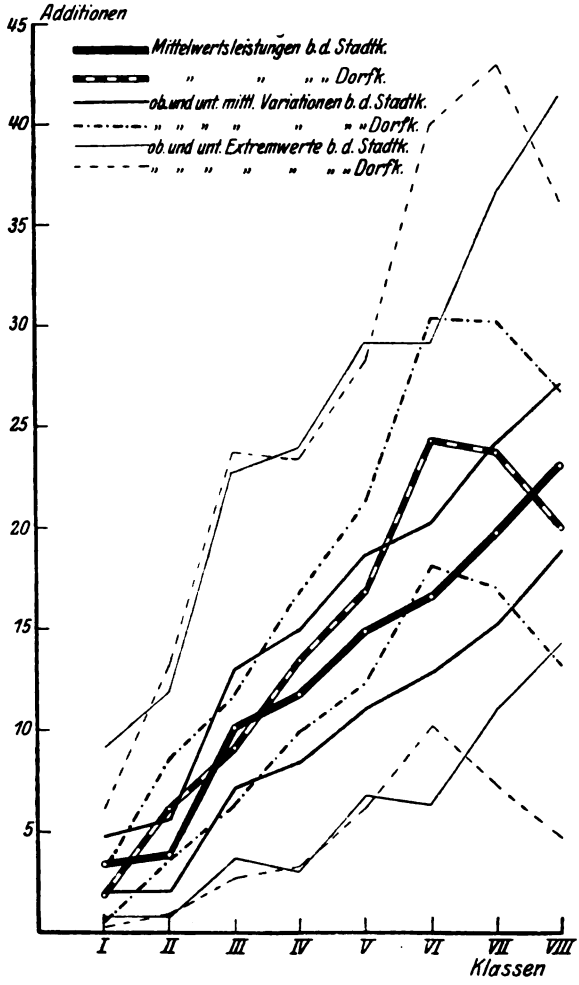


Abb. 5.

und für sich auf dieser Altersstufe eine geringere Schulreife und einen höheren Grad von Schwerfälligkeit für solche Experimente. Schwieriger zu erklären sind die beträchtlichen Unterschiede in den oberen Klassen. Einerseits kann darauf hingewiesen werden, daß von den Dorfschulen nur ein geringer Abgang zur höheren Schule stattfindet, andererseits fehlt in diesen Schulen ein Abgang zu Hilfsschulen oder Hilfsschulklassen, so daß dadurch etwa ein Ausgleich zustande kommt. Beachten wir jedoch die Streuungswerte, so bedingt jedenfalls zum Teil der geringe Abgang zu höheren Schulen die größeren Leistungen der Dorfkinder. Schließlich muß noch erwähnt werden, daß diese, wie es die Erfahrung bestätigt, durch die häufige Selbstbeschäftigung während der Unterrichtszeit mehr Drill im mechanischen Rechnen haben, was sich notwendig in Prüfungen nach der Methode des fortlaufenden Addierens auswirken muß.

Das Leistungsverhältnis im VIII. Schuljahr ist keineswegs überraschend; denn die Dorfkinder, die auf dieser Altersstufe schon aus der Schule entlassen sind, waren zum größten Teil beruflich tätig und damit im Addieren auch weit weniger in Übung.

Die Unterschiede in den Streuungswerten liefern auch hier das Spiegelbild zu den Differenzen, wie sie in den mittleren Additionsleistungen aufgetreten sind. Weitere Einblicke ergeben sich auch aus der Zusammenstellung in Tab. VIII, in der die a. M. der Land- und Stadtkinder, getrennt nach Klassen und Geschlecht, einander gegenübergestellt sind.

Tabelle VIII.

Klasse	Stadtkinder		Dorfkinder	
	Knaben	Mädchen	Knaben	Mädchen
I	3,6	3,1	1,9	1,8
II	4,2	3,6	6,4	5,8
III	12,0	8,2	9,8	8,3
IV	13,2	10,1	13,7	13,1
V	15,7	14,0	17,8	15,9
VI	17,8	15,2	25,2	23,4
VII	19,4	20,3	22.5	24,7
VIII	23,4	22,5	17,9	19,4

Vergleichen wir endlich nach Tab. IX den Gesamtdurchschnitt der mittleren Additionen und der Streuungswerte, so zeigt sich, daß die Dorfkinder in jenen die Stadtkinder erheb-

lich übertreffen, besonders dann, wenn in der Berechnung von den Klassen I und VIII abgesehen wird, da in diesen die Landkinder durch die angeführten Verhältnisse benachteiligt sind.

Tabelle IX.

Gesamtdurchschnitt in den Klassen	Stadtkinder				Dorfkinder			
	a. M.	m. V. in %	Extremwerte obere	untere	a. M.	m. V. in %	Extremwerte obere	untere
I—VIII	12,9	24	24,5	5,9	14,3	30	25,1	5,3
II—VII	12,8	25	23,5	6,1	15,6	28	27,0	6,0

Ferner ist in beiden Fällen der Berechnung der Streuungsraum der Dorfkinder nach dem Gesamtdurchschnitt der ± m. V. und der Extremwerte ein größerer; er umschließt den der Stadtkinder.

Von besonderem Interesse dürften in diesem Vergleich die Ergebnisse der qualitativen Auswertung sein.

Tabelle X.

Fehlleistungen in %	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
bei Stadtkindern	6,0	5,2	2,4	2,4	1,7	4,4	1,8	2,6
bei Dorfkindern	26,4	5,3	1,7	1,9	1,3	1,4	1,4	1,5

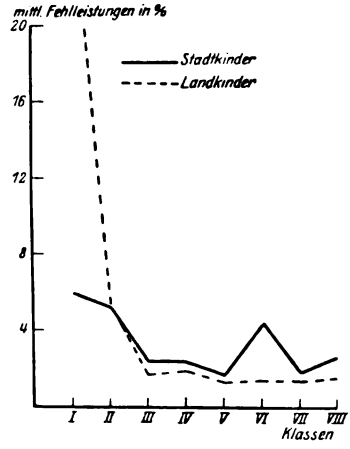


Abb. 6.

Nach Tab. X und Abb. 6 haben die Stadtkinder die höhere Prozentzahl in den Fehlleistungen, nur im I. und II. Schuljahr besteht ein umgekehrtes Verhältnis. Der Gesamtdurchschnitt

wird in Tab. XI wiedergegeben, wobei in einer zweiten Berechnung vom I. Schuljahr abgesehen werden kann; dadurch zeigt sich noch deutlicher das eigentliche Verhältnis der Fehlleistungen zwischen Dorf- und Stadtkindern.

Tabelle XI.

Gesamtdurchschnitt der Fehlleistungen in %	Stadtkinder	Dorfkinder
nach den Klassen I—VIII	3,3	5,1
nach den Klassen II—VIII	2,9	2,1

Zur Begründung dieser qualitativen Differenzen kann darauf hingewiesen werden, daß die Stadtkinder durch die andersgearteten Umgebungseinflüsse eine auch hier sich zeigende Ablenkung erfahren, womit gleichzeitig eine weitere Erklärungsmöglichkeit für die entsprechenden quantitativen Unterschiede zwischen Stadt- und Dorfkindern gegeben wird (vgl. dazu die Arbeiten von M. Zergiebel (17)).

VI. Abhängigkeit zwischen Schulnoten und Additionsleistungen.

Für die Testverwendung des fortlaufenden Addierens ist die Feststellung der Korrelationen zwischen den Schulnoten und den zugehörigen mittleren Additionsleistungen der entsprechenden Notenträger von Bedeutung. Da von jedem Schüler die Rechen- (R.-N.), sowie auch die allgemeine Schulleistungsnote (L.-N.) aufgeführt wurde, so ist es möglich, Beziehungen zwischen Schulnoten und Additionsleistungen in vierfacher Hinsicht festzustellen. Suchen wir zunächst aus allen Klassen alle Schulkinder mit der R.-N. I (I = sehr gut, II = gut, III = befriedigend, IV = genügend und V = ungenügend) und berechnen darnach die Durchschnittszahl der Additionen für eine Minute, so erhalten wir die Zahl 20,5, d. h. die Vpn. mit der R.-N. I vollziehen in der Minute 20,5 Additionen. In derselben Weise finden wir für die R.-N. II, III, IV und V die Werte, welche in Tab. XII zusammengestellt sind.

Tabelle XII.

Rechennoten	I	II	III	IV	V
mittlere Additionsleistungen in einer Minute	20,5	16,6	13,5	11,4	9,4

Daraus ergibt sich eine durchgehende Abhängigkeit zwischen den R.-N. und Rechenleistungen, dabei leisten die Schüler mit der R.-N. I im Durchschnitt reichlich das Doppelte gegenüber den schlechtesten Kindern; dazwischen fallen die Werte für die R.-N. II, III und IV fast regelmäßig ab.

Berechnen wir nun in analoger Weise den Durchschnitt der Leistungen nach den Gruppen der L.-N. (ebenfalls I bis V), so finden wir, wie Tab. XIII zeigt, ein ähnliches Bild.

Tabelle XIII.

Allgem. Leistungsnoten	I	II	III	IV	V
mittlere Additionsleistungen in einer Minute	22,2	15,7	12,7	10,3	8,3

Hier beträgt die Durchschnittsleistung der Schulkinder mit der L.-N. I fast das Dreifache gegenüber denen mit der L.-N. V; die Durchschnittswerte der übrigen Gruppen verringern sich fast regelmäßig bei schlechter werdenden L.-N. Aus diesem doppelten Vergleich in quantitativer Hinsicht ergibt sich: Die durchschnittliche Anzahl der vollzogenen Additionen, berechnet nach den Gruppen der Notenträger, steigt durchgängig mit den höheren R.-N. und L.-N., und zwar mit letzteren nur unwesentlich mehr, sodaß dadurch der erstere Zusammenhang als entscheidend dargetan ist (vgl. 9).

Eine weitere wichtige Beziehung ergibt sich aus dem entgegengesetzten Zusammenhang zwischen den Schulnoten und der durchschnittlichen Prozentzahl der Fehlleistungen; denn nach Tab. XIV und XV haben die Vpn. mit der besseren R.-N. und L.-N. auch den geringeren Prozentsatz der Fehler. Reiner und noch deutlicher tritt diese Beziehung heraus, wenn wir von der Mitberechnung des I. Schuljahres absehen.

Tabelle XIV.

Rechennoten	I	II	III	IV	V
mittl. Fehlleistungen in % aus allen Klassen	3,0	2,3	4,3	9,0	7,2
ohne Klasse I . . .	1,0	1,2	2,3	4,6	7,2

Tabelle XV.

allgem. Leistungsnoten	I	II	III	IV	V
mittl. Fehlleistungen in % aus allen Klassen	1,7	2,1	4,5	9,1	11,9
ohne Klasse I . . .	0,6	1,3	1,1	4,3	10,8

Aus diesem Vergleich zwischen Schulnoten und den qualitativen Leistungen ergibt sich also: Je besser die Note, desto geringer der Prozentsatz an Rechenfehlern. Diese Abhängigkeitsbeziehungen lassen sich durch graphische Darstellung (Abb. 7) veranschaulichen, wodurch sich auch eine Berechnung der Korrelationskoeffizienten erübrigt.

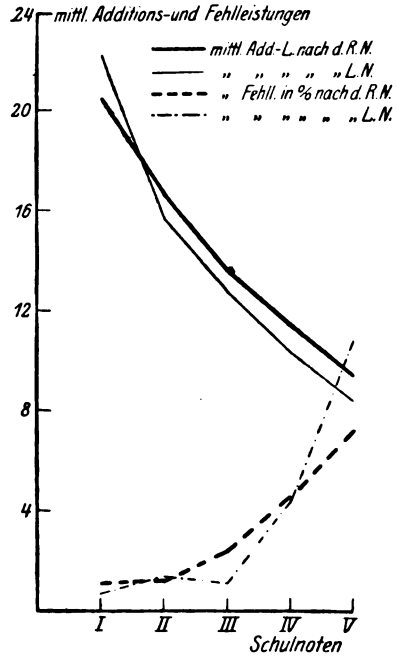


Abb. 7.

Die Feststellung dieser Beziehungen beweist die Brauchbarkeit unserer Arbeitsmethode für die Testprüfung der rechnerischen Leistungsfähigkeit. Obwohl mit dem fortlaufenden Addieren die einfachste Grundrechnungsoperation geprüft wird, so ist diese zweifelsohne von psychischen Faktoren bewirkt, die aus einer Testprüfung nach unserer Methode in einfacher Weise festgestellt werden können. Man bekommt nicht nur ein Bild über die Höhe der Rechenfertigkeit, sondern auch Einblicke in primäre

Faktoren (z. B. Geschwindigkeit der Auffassung, Sicherheit, Erfassung der Vorteile, Art der Ermüdung, Ausdauer und sonstige volitionale Momente), die Quantität und Qualität der Additionsleistungen bedingen. Da seither das Rechnen in Testprüfungen wenig berücksichtigt wurde, so kann dieser Versuch nur erwünscht sein, besonders dann, wenn sich auf Grund genügender Untersuchungen hohe Korrelationen zwischen dem Addieren und den andern Grundrechnungsarten ergeben sollten, nachdem schon aus unserer Auswertung eine eindeutige Abhängigkeit zwischen den Schulnoten und den mittleren Additionsleistungen nach Quantität und Qualität nachgewiesen werden konnte. Erst durch diesen Nachweis ist der Wert des Verfahrens als Prüfungsversuch sichergestellt; denn es wird, wie bereits erwähnt, der naheliegende Einwand widerlegt, daß sich hinter der geringeren Quantität qualitative Besserleistungen verstecken.

VII. Zusammenfassung.

1. Durch die Untersuchung von Schulkindern nach der Methode des fortlaufenden Addierens konnte für die Entwicklungs- und die differentielle Psychologie neues Tatsachenmaterial gewonnen werden, das mit den Ergebnissen von ähnlichen Untersuchungen über die Entwicklung der Leistungsfähigkeit anderer psychischer Funktionen eine gute Übereinstimmung aufweist.

2. Die nach Alter, Geschlecht und Bildungseinflüssen gefundenen Unterschiede, sowie die ermittelten Durchschnittswerte sind einerseits pädagogisch verwertbar, andererseits können sie auch für die Arbeit des Berufspsychologen und Psychiaters u. E. Bedeutung bekommen; denn durch die Aufstellung der verschiedenen durchschnittlichen Leistungswerte ist eine der Vorarbeiten gelöst, um die in arbeitspsychologischen Untersuchungen so häufig gebrauchte Methode des fortlaufenden Addierens in der Testprüfung für die Rechenleistungsfähigkeit anzuwenden.

3. Der zwischen quantitativer Minderung und qualitativer Verschlechterung festgestellte Zusammenhang ist von grundlegender methodischer Bedeutung, denn er bewirkt nicht eine Aufhebung, sondern eine Verschärfung der festgestellten zahlenmäßigen Leistungsunterschiede.

4. Die Brauchbarkeit des Verfahrens als Prüfungsversuch ergibt sich durch die Feststellung der eindeutigen Abhängigkeit zwischen Schulnoten und quantitativer Minderung wie quali-

tativer Verschlechterung. Erst durch diesen Nachweis ist der ausgesprochene Testcharakter des fortlaufenden Addierens sichergestellt, auf den R. Pauli (9) zuerst hingewiesen hat.

Quellennachweis.

1. v. Bechterew, Objektive Psychologie. 1913, S. 241. Übermittelt die Untersuchungen von Bychewsky, Kiretta und Nawrotzky.
2. Habrich, J., Experimentelle Untersuchungen über die Abstraktionsfähigkeit von Schülerinnen. Zeitschr. f. angew. Psychol. 1915 Bd. 9.
3. Koch, A., Experimentelle Untersuchungen über die Abstraktionsfähigkeit von Schulkindern. Zeitschr. f. angew. Psychol. 1913 Bd. 7.
4. Kraepelin, E., Psychologische Arbeiten. Bd. 1 S. 14.
5. Lipmann, O., Psychische Geschlechtsunterschiede. Zeitschr. f. angew. Psychol. 1917 Beihefte 14a und 14b.
6. Lipps, G. F., Über die geistige Entwicklung des Schulkindes. 1914.
7. Netschajeff und Lobsien, Die Entwicklung des Gedächtnisses bei Schulkindern. Zeitschr. f. Psychol. Bd. 24 und 27.
8. Oehrn, A., Experimentelle Studien zur Individualpsychologie. Psychologische Studien Bd. 1, S. 92.
9. Pauli, R., Untersuchungen zur Methode des fortlaufenden Addierens. Zeitschr. f. angew. Psychol. Beiheft 29.
10. Pauli, R., Experimentelle und methodische Untersuchungen zur Testpsychologie. Ber. üb. d. 1. Kongr. f. Heilpädag. Berlin 1923.
11. Pauli, R., Über psychische Gesetzmäßigkeit. Jena 1920.
12. Peters, W., Über Vererbung psychischer Fähigkeiten. Fortschritte d. Psychol. Bd. 3, 1915.
13. Schriever, H., Untersuchungen über den Einfluß der Wiederholung und Übung auf Testleistungen. Arch. f. d. ges. Psychol. 1924 Bd. 49 Heft 3/4.
14. Schröbler, E., Die Entwicklung beim Schulkinde. Arch. f. d. ges. Psychol. 1912 Bd. 23.
15. Stern, W., Tatsachen und Ursachen der seelischen Entwicklung. Zeitschr. f. angew. Psychol. Bd. 1.
16. J. van der Torren, Über das Auffassungs- und Unterscheidungsvermögen für optische Bilder bei Kindern. Zeitschr. f. angew. Psychol. Bd. 1.
17. Zergiebel, M., Der Einfluß des Großstadtmilieus auf das Schulkind. Zeitschr. f. päd. Psychologie und experimentelle Pädagogik Bd. 13.
18. Zergiebel, M., Der Einfluß des häuslichen Milieus auf das Schulkind. Ebenda Bd. 14.

(Eingegangen am 21. Januar 1925.)

(Aus dem Psychologischen Institut der Universität Kiel.)

Beiträge zur Analyse des Hörens bei dichotischer Reizaufnahme.

Von

Joh. Wittmann.

(Mit 6 Figuren und 2 Tafeln.)

Inhaltsübersicht.

Seite

Vorwort 21

I. Teil.

Über den Taschenuhrenversuch von E. H. Weber 23

II. Teil.

Über die Bedeutung der Zeit- und Intensitätsdifferenzen von Momentanreizen für die Lokalisation der Schalleindrücke 45

III. Teil.

Über einige Eigentümlichkeiten des dichotischen Hörens besonders bei Schwerhörigkeit und bei unterschwelligen Reizen 70

IV. Teil.

Über die Lokalisation von Tönen bei Phasenverschiebung 91

Vorwort.

In dem ersten Teil meiner Untersuchungen beschäftige ich mich ausschließlich mit dem von E. H. Weber angegebenen Taschenuhrenversuch. Dieser Versuch, der eine merkwürdige Geschichte hat, ist psychologisch hochinteressant. Er wurde mir der Anlaß zu den Untersuchungen des zweiten Teiles. Deren Ergebnisse sind im Grunde schon in den bei dem Taschenuhrenversuch gemachten Beobachtungen enthalten. Durch den Weberschen Versuch wurde ich dazu geführt, zunächst nur kurzdauernde Reize zu benutzen; der Taschenuhrenversuch ließ erwarten, daß

bei ihnen die Bedingungen für die Lokalisation eines dichotisch gehörten Eindrucks besonders leicht isoliert werden könnten. Als solche Bedingungen ergaben sich 1. die Intensitätsdifferenz der Reize, 2. die Zeitdifferenz der Reize und 3. die verschiedene Empfindlichkeit der beiden Ohren für die Intensität. Es war zweckmäßig, zunächst die Verhältnisse bei kurzdauernden Reizen zu behandeln. Dadurch gestaltete sich die Analyse der Lokalisation von längerdauernden Tönen in ihrer Abhängigkeit von den Intensitäts- und Phasenverhältnissen recht durchsichtig.

Ich schildere die Versuche unter besonderer Berücksichtigung ihrer technischen Seite absichtlich in der Reihenfolge, in der ich sie ausführte, in der sie sich teils aus den vorausgegangenen Versuchen, teils aus der mir während der Arbeit bekannt gewordenen Literatur ergaben.

In voller Kenntnis der einschlägigen Literatur hätte ich meinen Weg bisweilen abkürzen und manche Versuchseinrichtung von Anfang an übernehmen können; vielleicht aber hätte ich auch meine Versuche gar nicht erst angefangen. Gerade das in Frage stehende Gebiet von Erscheinungen dürfte noch so wenig abgeschlossen erforscht sein — die Geschichte des Weberschen Versuches und der kaum ausgeglichene Gegensatz zwischen der »Intensitätstheorie« und der »Zeittheorie« beweisen das —, daß es berechtigt und erwünscht gewesen sein mochte, ohne Voreingenommenheit an die Untersuchung herangegangen zu sein. Dabei beobachtete ich natürlich manches, was bekannt ist; manches konnte ich bestätigen oder nicht bestätigen, was umstritten ist.

Zur besseren Orientierung stelle ich an den Anfang des ersten Teiles einen kurzen historischen Überblick über das bisherige Schicksal des Weberschen Taschenuhrenversuches. Tatsächlich war mir zunächst nur die auf diesen Versuch sich beziehende Stelle in v. Kries' Allgem. Sinnesphysiologie S. 173 bekannt; ihr verdanke ich die Anregung zu meinen Untersuchungen. Durch verschiedene Umstände lernte ich die weitere Literatur kennen. Von dieser umfangreichen Literatur habe ich nur das für meine Zwecke Wichtigste in den Kreis der Betrachtung gezogen.

Die Versuche stellten zum Teil nicht geringe Anforderungen an meine Versuchspersonen. Konnten doch viele Versuche erst nach Mitternacht ausgeführt werden, da sie tiefste Stille der

Umgebung verlangten. Ohne die opferwillige Bereitschaft meiner Versuchspersonen wäre die Durchführung vieler Versuchsreihen nicht möglich gewesen. Ich bin ihnen daher zu herzlichem Dank verpflichtet. Vor allem gilt dieser Dank Herrn stud. phil. H. Speckmann, der mich zu jeder Tages- und Nachtstunde durch seine Assistenz unterstützte.

Als Versuchspersonen hatten sich mir zur Verfügung gestellt folgende Damen und Herren: stud. phil. Diedrich, Dr. phil. Graf Dürckheim, Frl. H. Doormann, Priv.-Doz. Dr. Creutzfeld, Dr. Grohmann, stud. phil. W. Hansen, Frl. E. Horstmann, Kapellmeister Lüddecke, Frl. E. Möller, Uhrmacher Mensing, Dr. Petermann, Generaldirektor Petersen, Dr. med. W. Ruge, stud. phil. M. A. da Silva Passos, Priv.-Doz. Dr. Specht, stud. phil. Speckmann, Dr. Stenzel, Prof. Dr. Strauss, Prof. Dr. Swoboda-Wien, techn. Hilfsarb. Sydow, Dr. Westermann, Kind Liselotte Wittmann, Kapellmeister Wollborn, Prof. Dr. Zahn.

I. Teil.

Über den Taschenuhrenversuch von E. H. Weber.

§ 1. E. H. Weber beschreibt 1846 folgende zwei Versuche[1]):

»Wenn ich zwei Taschenuhren, deren Schlag nicht genau die gleiche Geschwindigkeit hat, nahe vor ein Ohr halte, so daß ihr Schlag nur mittels dieses Ohres und nicht durch das andere gehört wird, so unterscheide ich die Perioden, wo die Schläge beider Uhren zusammenfallen, von den Perioden, wo die Schläge der einen Uhr zwischen die der andern fallen, und kann sie als einen sich wiederholenden Rhythmus auffassen. Halte ich dagegen vor jedes Ohr eine Uhr, so nehme ich zwar wahr, daß die eine geschwinder schlägt als die andere, bin aber nicht imstande, jenen sich wiederholenden Rhythmus aufzufassen, der Schlag beider Uhren macht daher einen ganz anderen Eindruck.«

Allzuviel Beachtung haben diese Versuche seit Weber nicht gefunden. Das mag dadurch bedingt sein, daß der zweite Versuch bei Weber sowohl wie bei den anscheinend wenigen Autoren, die sich nach Weber mit ihm beschäftigt haben, stets negativ ausfiel.

---

1) E. H. Weber, Der Tastsinn und das Gemeingefühl, Rud. Wagners Handwörterbuch III, 2 (1846) S. 489.

§ 2. G. Th. Fechner hat sich eingehend mit beiden Versuchen befaßt. Er berichtet darüber im Jahre 1860 folgendes[1]):

»Habe ich die zwei Taschenuhren vor einem und demselben Ohre, so bin ich mit aller Anstrengung der Aufmerksamkeit nicht imstande, den Schlag und Takt der einen unterschieden von dem der andern oder auch nur vorwaltend vor der andern aufzufassen, ich höre immer bloß ihr Ineinanderschlagen. Die Aufmerksamkeit hat zwar auch hier noch Macht, aber nur insofern, als ich den gemeinsamen Schlag beider zugleich ins Bewußtsein heben oder dadurch, daß ich die Aufmerksamkeit entschieden auf ein anderes Sinnesgebiet richte, aus dem Bewußtsein heben kann; aber ich kann den Schlag der einen nicht durch irgendwelche Richtung der Aufmerksamkeit von dem der andern isolieren oder zur Präponderanz bringen.

Unstreitig gilt das bloß, wenn der Schlag beider Uhren nicht über eine gewisse Grenze im Takt oder Timbre abweicht. Doch zeigen jedenfalls die meisten, zufällig gewählten Taschenuhren das hier angegebene Resultat an einem Ohre eben so entschieden, als das folgende an beiden.

Halte ich nun dieselben Uhren, die mir das vorige Resultat vor einem Ohre gaben, vor die zwei verschiedenen Ohren, so finde ich es nicht nur schwer, sondern es gelingt mir auch nicht auf die Dauer, und wie schon aus dem Obigen hervorgeht, nicht in derselben Vollkommenheit, eine gemeinsame Affektion durch den Schlag beider Uhren zum Bewußtsein zu bringen. Ich glaube immer bald mehr die eine, bald mehr die andere zu hören. Durch absichtlich einseitige Spannung der Aufmerksamkeit aber kann ich die Auffassung des Schlags und Takts der einen von der der andern merklich ganz isolieren, in ähnlicher Weise, als man beim Hören im gewöhnlichen Leben aus einem Gemisch verschiedener heterogener Geräusche das eine oder andere durch demgemäß gerichtete Aufmerksamkeit besonders heraushören kann, indes zugleich das Bewußtsein der übrigen zurücktritt. Jedoch auch dieses gelingt nicht auf die Dauer, indem nach Maßgabe, als die Aufmerksamkeit in einer Richtung ermüdet, der Schlag und Takt der andern Uhr wieder ins Bewußtsein tritt; kurz es findet ein teils durch Aufmerksamkeit willkürlich zu erzeugender, teils unwillkürlicher Wechsel statt.«

1) G. Th. Fechner, Über einige Verh. d. binok. Sehens, Abschn. XVIII: Über einige Verh. d. zweiseitigen Hörens. Abh. d. Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. VII (1860) S. 536—554.

»Man muß sich jedoch hüten, aus dem Versuch mit den Uhren (und den Stimmgabeln) einen zu weitgehenden Schluß zu ziehen, als wenn Töne, die in beide Ohren besonders dringen, sich überhaupt nicht zu einem gemeinsamen Eindruck kombinieren könnten. In der Tat könnte man, wenn man den so sehr verschiedenen Eindruck vergleicht, den man empfängt, je nachdem zwei Uhren vor zwei Ohren oder vor einem Ohre schlagen, wenn man, wie ich mich oben ausdrückte, erstenfalls jede verhältnismäßig für sich hört, geneigt sein anzunehmen, daß man überhaupt nur abwechselnd mit beiden Ohren hört, und das scheinbar gleichzeitige Hören der Uhren vor beiden Ohren bloß auf einem schnellen Wechsel beruhe. Dies würde jedoch nicht statthaft sein; denn nicht nur fühlt man den Eindruck im ganzen geschwächt, wenn man eine beider Uhren von dem Ohre entfernt, sondern kann sich auch noch bestimmter bei anhaltenden Tönen von der Verstärkung überzeugen, welche sie sich in beiden Ohren leisten . . .«

§ 3. Eingehend behandelt erst wieder v. Kries 1913, offenbar ohne Kenntnis der Beobachtungen G. Th. Fechners, den Weberschen Taschenuhrenversuch[1]). Nachdem er den Versuch mit den Weberschen Worten beschrieben hat, fährt er fort:

»Man kann sich von der Richtigkeit der Beobachtung leicht überzeugen. Es gelingt, wie wir kurz sagen können, wohl bei der monotischen, nicht aber bei der auf beide Ohren verteilten Beobachtung, das Phasenverhältnis der beiden Schlagfolgen sicher zu erkennen, insbesondere das des Zusammentreffens (Koinzidenz) und des Abwechselns (Alternierens) zu unterscheiden.«

v. Kries erklärt das damit, daß für die Vergleichung rechts- und linksseitiger Gehörseindrücke ein Springen der Aufmerksamkeit erforderlich sei, und daß dieses eine Zeit benötige, die etwa von der Größenordnung einer Zehntelsekunde sei, die jedenfalls nicht erheblich kleiner gemacht werden könne. »Der Taschenuhrversuch lehrt, daß bei Überschreitung einer gewissen Frequenz, nämlich 5 pro Sek., das Phasenverhältnis der das rechte und linke Ohr treffenden Reize nicht mehr mit Sicherheit erkannt werden kann« (S. 359). »Wenn die beiden Uhren, die eine vor dem rechten, die andere vor dem linken Ohre ticken, und

1) J. v. Kries, Über die Bedeutung des Aufmerksamkeitssprunges für den Zeitsinn. Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde Bd. 47, 48 (1913) S. 352—370.

zufolge ihres Gangunterschiedes das Phasenverhältnis sich fortwährend verschiebt, so sind offenbar die Bedingungen für die Erzeugung jenes ausgezeichneten, eine genaue Koinzidenz begleitenden Eindrucks überhaupt nicht oder doch nur so vorübergehend gegeben, daß sie sich der Auffassung entziehen. Auch mag die qualitative Ungleichheit der von der einen und der andern Uhr erzeugten Schalle dabei noch mit in Betracht kommen« (S. 362).

§ 4. Erst wieder 1918 finde ich die Weberschen Versuche von O. Klemm erwähnt[1]). Aus Klemms Bemerkungen zu Webers und Fechners Beobachtungen geht hervor, daß auch er den zweiten Weberschen Versuch mit keinem andern Erfolge angestellt hat als E. H. Weber, G. Th. Fechner und v. Kries. »Im ersten Falle nimmt man den aus dem abwechselnden Zusammentreffen und Auseinanderfallen hervorgehenden Rhythmus wahr, während im zweiten der Eindruck ganz anders ist« (S. 81). »Außerdem spricht der Webersche Versuch dafür, daß die Endigungen der beiden Hörnerven im Gehirn irgendwie getrennt bleiben.« O. Klemm zieht also hier unter Hinweis auf eine Stelle in G. Th. Fechners und W. Preyers Wissenschaftlichen Briefen (1890, S. 165) aus dem negativen Befunde bei dem zweiten Weberschen Versuch eine offenbar sehr weitgehende Folgerung. O. Klemm ist die Arbeit von v. Kries wohl entgangen; wie wir sehen werden, ist das in einer gewissen Hinsicht für die Durchführung seiner Versuche von Nachteil gewesen.

§ 5. Zum letzten Male finde ich die Weberschen Versuche wieder von v. Kries 1923 behandelt[2]). v. Kries bezieht sich nur auf seine früheren Auslassungen in der Festschrift zu Ehren von Strümpell; zum Teil referiert er wörtlich; auch jetzt ist er von der Unmöglichkeit des Hörens eines Zusammenschlagens der auf beide Ohren verteilten Uhren überzeugt; er erklärt das wie früher aus der Unmöglichkeit eines Aufmerksamkeitssprunges bei den zu kurzen Intervallzeiten. Die oben aus der ersten v. Kriesschen Arbeit zitierte Bemerkung: »Man kann sich von der Richtigkeit der Beobachtung usw.«, die sich auch hier (S. 173) unmittelbar hinter der Beschreibung der Weberschen Versuche

1) O. Klemm, Unters. über die Lokalis. von Schallreizen. 3. Mittlg. Über den Anteil des beidohrigen Hörens. Arch. f. ges. Psych. Bd. 38 (1918) S. 69—114.

2) J. v Kries, Allgemeine Sinnesphysiologie 1923 S. 173 ff.

mit den Worten Webers findet, war mir der unmittelbare Anlaß zu meinen Versuchen. Der beschriebene Ausfall des zweiten Weberschen Versuches erschien mir durch keine psychologische Erfahrung gefordert, auch nicht durch die v. Kriessche Erklärung genügend begründet zu sein. Da ich schon bei meinen ersten Versuchen das Gegenteil des von v. Kries in Übereinstimmung mit Weber Behaupteten fand, so hatten die weiteren Ausführungen von v. Kries' für mich zunächst weniger Bedeutung; hatte doch v. Kries' die Unmöglichkeit eines Phänomens erklärt, das ich selbst und sehr bald andere Beobachter außer allem Zweifel sicher beliebig oft erlebten. So kam es, daß ich eine Bemerkung von v. Kries, die für meine weiteren Versuche recht wertvoll hätte sein können, zunächst überhaupt nicht las. Erst nach Abschluß meiner Versuche mit den Taschenuhren und der im zweiten Teil beschriebenen Versuche über Lokalisation von Schalleindrücken las ich die v. Kriesschen Ausführungen in seiner Allgemeinen Sinnesphysiologie noch einmal eingehend, und so fand ich die hoch interessante Stelle S. 176, zweite Zeile: »... sofern beide Schalle gleich stark sind«, von der weiter unten die Rede sein wird; erst durch diese Stelle wurde ich veranlaßt, die v. Kriessche Arbeit aus dem Jahre 1913 nachzusehen. Ebenso lernte ich erst im Verlaufe der Versuche des zweiten Teiles die Klemmsche Arbeit aus dem Jahre 1918 kennen. Ihr wiederum verdanke ich den Hinweis auf die Fechnersche Arbeit.

---

§ 6. Schon bei den ersten Versuchen mit zwei beliebigen Taschenuhren hörte ich in überraschendem Gegensatz zu dem Befunde von v. Kries' das Zusammenschlagen der beiden Uhren bei dichotischem Hören fast ebenso leicht wie bei monotischem Hören. Das Phänomen des Zusammenschlagens war so auffallend und in vieler Hinsicht so charakteristisch, daß ich es zunächst kaum verstehen konnte, wie es E. H. Weber und v. Kries hatte verborgen bleiben können. Die Qualität des Schalles war beim Zusammenschlagen eine andere als beim Auseinanderschlagen; der einzelne Zusammenschlag war voller, intensiver, einem Pochen vergleichbar. Vor allem wurde der Zusammenschlag nicht mehr ausschließlich in dem einen oder anderen Ohr gehört, sondern er änderte sprunghaft seinen Ort im Kopfe während der Zeit des Zusammenschlagens. Deutlich verfolgbar wanderte er vom

einen Ohr zum andern; diese Wanderung begann stets bei demselben Ohr, solange die Uhren unverändert an dieselben Ohren gehalten wurden. Besonders markant, fast mit Unlustgefühlen verbunden, trat das Pochen im Hinterkopf auf. Diese allgemeinen Beobachtungen wurden mir schon sehr bald durch fremde Versuchspersonen bestätigt.

Günstig war es für den Eintritt des Phänomens, wenn ich die wechselnden Schläge der beiden Uhren gleichmäßig beobachtete. Dazu hatte ich nur nötig, meine Aufmerksamkeit auf einen beliebigen Inhalt des optischen Gesichtsfeldes vor mir zu konzentrieren oder bei geschlossenen Augen z. B. die Aufmerksamkeit auf die Nasengegend zu richten, und nun gleichzeitig die Schlagfolge zu beachten. Damit ging das Bewußtsein von der Verteilung der einzelnen Schläge auf die beiden Ohren gänzlich verloren; bei dieser Aufmerksamkeitsrichtung trat das Phänomen des Zusammenschlagens stets in kurzer Zeit ein. Freilich fand ich in der Folgezeit auch manche Versuchspersonen, denen das Hören des Zusammenschlagens bei der angegebenen Aufmerksamkeitshaltung nur mit Mühe, auf kurze Zeit oder gar nicht gelang.

§ 7. Begünstigt und eingeleitet wird also der Eintritt des Phänomens des Zusammenschlagens durch die umgekehrte Aufmerksamkeitshaltung, wie sie v. Kries und wohl auch Fechner bei ihren Versuchen angewandt haben. Die abwechselnd in beiden Ohren perzipierten Schalle dürfen nicht isoliert, nicht analytisch perzeptiv, als in dem rechten oder linken Ohre gehörte Schalle aufgefaßt werden; sie sind vielmehr als in ein und demselben Schallfelde befindliche Schalldinge zusammen aufzufassen. Dies Zusammenauffassen ist durch die beschriebene Aufmerksamkeitshaltung leicht zu bewirken. Ist erst die erforderliche Einstellung und Zusammenauffassung vollzogen, so tritt der Zusammenschlag ohne weiteres Zutun gleichsam automatisch ein, offenbar als eine rein perzeptive Tatsache. Gerade wegen des selbständigen und notwendigen Eintretens, das durch die beschriebene Auffassungseinstellung nur eingeleitet wird, ist in dem Phänomen des Zusammenschlagens ein charakteristischer Fall einer synthetischen Perzeption zu sehen[1]). Ist das Phänomen erst einmal eingetreten, so wird es in jedem folgenden Male immer lebhafter, bis es ein Optimum erreicht. Von da an bleibt

1) Vgl. Wittmann, Raum, Zeit und Wirklichkeit. Arch. f. ges. Psych. Bd. 47 S. 462ff.

es, periodisch wiederkehrend, über eine lange Zeitstrecke z. B. 15 Minuten und länger zu beobachten. Bisweilen gelingt die geforderte Zusammenauffassung nicht sogleich nach Beginn des Versuches; es gehen dann erst mehrere objektive Koinzidenzen vorüber, bis der Zusammenschlag sich wirklich einstellt. Hemmend sind vor allem Ermüdung und das zeitweilige in einem durch mancherlei Umstände bedingten Wechsel sich vollziehende Vordrängen der einen oder andern Schlagfolge. Als solche Umstände sind Besonderheiten der Schläge (Intensität, Klangfarbe, Klangfülle) und Ermüdung zu nennen. Bei Fechners Versuchen mögen Hemmungen der genannten Art in besonderem Maße wirksam gewesen sein. Hat man erst in der Zusammenauffassung der Schläge einige Übung erlangt, so ist es auch gestattet, bei Beginn des Versuches die Schläge einer der Uhren vorzüglich zu beachten; mühelos wird man die Schläge der andern Uhr in Einheit einer wechselnden rhythmischen Gliederung mit jenen zusammen auffassen können und den Effekt des Zusammenschlagens erleben. Es ist auch keineswegs erforderlich, etwa nur die Schlagfolge derjenigen Uhr zu beachten, bei deren Ohr der lokalisierte Zusammenschlag erfahrungsgemäß beginnt bezw. zu erwarten ist.

§ 8. Das Phänomen des Zusammenschlagens von zwei auf die beiden Ohren verteilten Uhren kann nicht bezweifelt werden, es ist zu eindrucksvoll. Es ist mir im Laufe des vergangenen Jahres von über 20 Beobachtern bestätigt worden. Objektiv kann es nur dadurch bedingt sein, daß die eine Uhr von der anderen Uhr in einer gewissen Zeit eingeholt bezw. überholt wird. Es schien mir als das einfachste, anzunehmen, daß die überholende Uhr in dieser Zeit gerade einen Schlag ($^1/_5$ Sek.) mehr mache als die andere Uhr. Wir werden sehen, inwieweit diese Annahme berechtigt ist, vor allem inwieweit sie erlaubt ist für die Methode einer auf das Phänomen des Zusammenschlagens sich stützende Feinregulierung einer Uhr. Im folgenden sei also zunächst angenommen, daß die zweite Uhr $n_2 = n_1 + 1$ Schläge mache, während die erste Uhr n_1 Schläge macht. Außerdem ist vorausgesetzt, daß beide Uhren ihrem Baue gemäß bei richtigem Gange in der Stunde genau die gleiche Anzahl von Schlägen machen. Die von mir benutzten Uhren sollten 18000 Schläge in der Stunde machen.

§ 9. Es wirkte zunächst verwirrend, daß bei Verwendung derselben zwei Uhren weder die Dauer ε des Zusammenschlagens

der beiden Uhren noch die Dauer p des Auseinanderschlagens noch auch die Summe beider $t = z + p$ irgendwie konstant zu sein schien. Bald aber erkannte ich diese Inkonstanz als abhängig von den Lageveränderungen der beiden Uhren. Solange die Beobachter die Uhren mit den Händen einfach ans Ohr preßten, ohne den Kopf unbeweglich fixiert zu haben, war keine unveränderliche Lage der Uhren gewährleistet. Gab ich aber der einen Uhr eine feste, stets gleiche, vertikale oder horizontale Lage und der andern Uhr eine Reihe von verschiedenen, aber jeweils festen Lagen, so beobachtete ich bei meinen zwei Versuchsuhren für eine bestimmte Lage weitgehende Konstanz der obigen Zeiten. Mit einer geringen Änderung der Lage der zweiten Uhr änderten sich sogleich die genannten Zeiten. Bei vertikaler Stellung einer Uhr unterscheidet man vor allem vier Lagen I, II, III, IV, je nachdem die Stundenzahlen XII und VI, III und IX, VI und XII und endlich IX und III sich in der Vertikalen befinden. Aus den beiden ersten Kolumnen der folgenden Tabelle geht hervor, wie sich der Gang der Uhr beim linken Ohr mit dem Übergang von Lage I über die Lagen II, III nach Lage IV änderte; die rechte Uhr befand sich fest in Lage I.

Tabelle 1.

li Uhr	mittl. t	mittl. z	mittl. Schwelle	Gewinn — Verlust	Wanderung des Schalles
Lage I	39	6,6	1:60	verl. 1 Sek. in 195 Sek.	*li* ——→ *r*
„ II	325	55	1:60	gew. 1 Sek. in 1625 Sek.	*li* ←—— *r*
„ III	37	6,1	1:60	gew. 1 Sek. in 185 Sek.	*li* ←—— *r*
„ III–IV	91	14,3	1:63	gew. 1 Sek. in 455 Sek.	*li* ←—— *r*
„ IV	66	10	1:66	verl. 1 Sek. in 330 Sek.	*li* ——→ *r*

§ 10. Es darf angenommen werden, daß der Unterschied im Gang bei den fünf Lagen in Tabelle 1 vorzüglich durch eine Verlagerung des Schwerpunktes der Unruhe bewirkt wurde. Beim Übergang aus vertikaler in horizontale Lage kämen dazu noch als den Gang der Uhr bestimmend die veränderten Reibungsverhältnisse in allen Zapfenlagern. In der Tabelle I sind für t und z Mittelwerte angegeben. Für eine bestimmte Lage der Uhr hängt die Größe der einzelnen t und z aber in gleicher Weise auch von subjektiven wie von objektiven Momenten ab. Wegen Veränderung der Federkraft ist es ausgeschlossen, daß eine Taschenuhr auch nur während einer Minute gleichförmig geht. Subjektiv hängt der Anfang von z von der Sicherheit

der Auffassung des Beginns des Zusammenschlagens ab; diese wiederum ist abhängig von der Aufmerksamkeitshaltung und der Zeitschwelle. Diese subjektiven Umstände führen bei einigermaßen gleichmäßigem Gang der beiden Uhren dazu, daß Anfang und Ende des Zusammenschlagens nur in einem Spielraum mehrerer Fünftelsekunden bestimmt angegeben werden können.

Vergleiche ich nun unter Berücksichtigung dieser Unsicherheit eine längere Reihe von beobachteten Zeiten t, so finde ich sehr häufig eine weitgehende Konstanz. Es kommen aber auch bei zwei benachbarten t so starke Abweichungen vor, daß man diese nur noch auf eine objektive Gangänderung zurückführen kann. Als Beispiel diene die Reihe zu Lage I der Tabelle I.
6 33 6 33 5 34 7 37 7 37 9 40 6 33 8 29 5 24 6 28 7 38 7
Die einstelligen Zahlen bedeuten die z, die zweistelligen Zahlen die p.

§ 11. Viel sicherer als den Anfang oder das Ende des Zusammenschlagens kann ich den Augenblick angeben, in dem der von Ohr zu Ohr im Kopfe wandernde Schall durch die Medianebene geht. Von der zeitlichen Fixierung dieses »Mitteneindruckes« aus nahm ich zuerst ausschließlich die Bestimmung von t vor. Als ich dann dazu überging, auch Anfang und Ende der Zeitspanne z zu bestimmen, bemerkte ich, daß der Mitteneindruck M durchaus nicht immer in der Mitte von z lag. So lag er bei den beiden zunächst benutzten Uhren (beide in Lage I, die gleiche Uhr stets beim gleichen Ohre) immer in der zweiten Hälfte von z, d. h. die Zeit vom Beginn des Zusammenschlagens bis M war stets größer als die Zeit von M bis zum Schluß des Zusammenschlagens. Wovon mochte das abhängen? Kamen dafür objektive Umstände in Betracht? Außer dem Gangunterschied konnte der qualitative Unterschied der zusammenaufgefaßten Schalleindrücke, besonders ihr Intensitätenunterschied, in Frage kommen. Die eine Uhr hatte tatsächlich einen entschieden intensiveren, präziseren, härteren, weniger klingenden, weniger tönenden Schlag. Den Intensitätsunterschied konnte ich leicht dadurch beseitigen, daß ich die intensiver schlagende Uhr weiter vom Ohr entfernte. Sollte das einen Einfluß auf die Wanderung und auf die Lage von M in bezug auf z haben?

§ 12. Aus einem Vergleich der Zeiten z mit den zugehörigen Zeiten t ($t=z+p$ oder auch $t=p+z$, was nicht dasselbe ist!) finde ich, daß z zu p bezw. zu t durchweg in annähernd demselben Verhältnis steht. Durchschnittlich finde ich $z=1/5\,p$

bezw. $z = {}^1/_6\ t$. Da in der Zeit t der Gangunterschied beider Uhren ${}^1/_5$ Sek. beträgt, so muß er in der Zeit z ${}^1/_{30}$ Sek. ausmachen; da nun in die Zeit z ohne Zweifel auch der Moment der objektiven Koinzidenz fällt (vielleicht liegt er bei gleichen Intensitäten genau in der Mitte von z, so daß ihm auch der Mitteneindruck entspricht?), so beträgt der Gangunterschied am Anfang bezw. am Ende von z je die Hälfte von ${}^1/_{30}$ Sek. also ${}^1/_{60}$ Sek. Dieser Gangunterschied ist demnach als die mittlere absolute zeitliche Schwelle anzusehen, bei der das Zusammenschlagen der Uhren beginnt bezw. endet. Vorausgesetzt ist, daß der Gangunterschied für das Eintreten bezw. Aufhören des Phänomens des Zusammenschlagens im Mittel derselbe sei.

Weil schon der Gang einer Uhr durchaus nicht absolut gleichförmig ist, er sich vielmehr ebenso während des Zusammenschlagens wie während des Auseinanderschlagens ändern kann, so ist es natürlich, daß z nicht dauernd im gleichen Verhältnis zu dem zugehörigen t stehen kann. Es ist daher auch nicht gleichgültig, ob man ein z mit dem folgenden oder mit dem vorausgegangenen p zu t vereinigt. Aus sehr vielen Beobachtungen finde ich den Wert $z = {}^1/_6\ t$ und demnach den Wert der Zeitschwelle Schw. $= {}^1/_{60}$ Sek. als den häufigsten. Man vergleiche dazu Tabelle 1.

§ 13. Während der Moment des Mitteneindruckes mit großer Sicherheit anzugeben ist, können Anfang und Ende von z nicht gleich bestimmt aufgefaßt werden; dies vor allem deshalb nicht, weil der Übergang von der Periode des Auseinanderschlagens zu der des Zusammenschlagens mit kontinuierlich sich vollziehenden qualitativen Änderungen der Schalle verbunden ist. Der Zusammenschlag bereitet sich, wenn beispielsweise z ca. 10 Sekunden beträgt, ca. 10 Sekunden vorher vor; man könnte oft sagen, daß die beiden Uhren in dieser Vorperiode auch schon zusammenschlügen; denn der Rhythmus der Schlagfolge verschwindet während der Vorperiode mehr und mehr. Die Quasi-Zusammenschläge erscheinen wie Schabegeräusche; sie nehmen so merklich an Intensität zu, daß diese Intensitätszunahme das sichere Zeichen für den bald einsetzenden Zusammenschlag ist. Aber diesen Zusammenschlägen der Vorperiode fehlt eines: die Lokalisation. Erst von einem bestimmten Zeitmomente an erscheinen sie lokalisiert, und zwar in einem der beiden Ohren. Diesen Moment bezeichne ich als den charakteristischen Anfang von z. Von da an wandert der Zusammenschlag ruckweise durch den Kopf bis ins andere

Ohr. Dann beginnt die Nachperiode; in ihr erscheint der Zusammenschlag nicht mehr lokalisiert; er ist aber an sich noch nicht ganz verschwunden; nur erscheint auch er wieder breiter, wie ein Schabegeräusch. Die Intensität des lokalisierten Zusammenschlags wächst bis zum Moment der Mittenlokalisation; von da an nimmt sie wieder ab; auch in der Nachperiode ist noch ein Intensitätsabfall über mehrere Sekunden hin zu bemerken. Der Schluß der Nachperiode ist mit dem deutlichen Zerfall des bisherigen Zusammenschlagens gegeben. Ich erinnere daran, daß auch G. Th. Fechner, obwohl er den Zusammenschlag kaum gehört hat, doch von einer Zunahme der Intensität der Schläge im Falle des dichotischen Hörens spricht. In der Vorperiode haben ich und andere Beobachter weniger den Eindruck eines einzigen klaren Schlages als vielmehr den eines verbreiterten schabenden Geräusches, eines Zwitscherns. Manchen Beobachtern ist der lokalisierte Zusammenschlag geradezu unangenehm; sie lokalisieren ihn meistens an der inneren Schädelwand; besonders im Mitteneindruck erscheint er als ein Pochen, als ein Picken usw. Es ist klar, daß mit den Ausdrücken Schaben, Zwitschern, Picken, Pochen nur der Versuch gemacht ist, die verschiedenen Qualitäten der akustischen Eindrücke von früherer Erfahrung aus zu beschreiben.

§ 14. Der Moment, in dem der Zusammenschlag erstmalig bezw. letztmalig lokalisiert erscheint, ist also nicht absolut sicher anzugeben. Dazu kommt als erschwerend, daß der Ort, an dem der Zusammenschlag erstmalig bezw. letztmalig lokalisiert erscheint, durchaus nicht immer das eine bezw. das andere Ohr ist. Die Frage ist: wovon hängt dieser Ort ab? Dazu muß die allgemeinere Frage gestellt werden: wovon hängt überhaupt der Zusammenschlag, und wovon hängt das Wandern des Zusammenschlages ab? Als objektive Momente können nur die Zeit- und Intensitätsverhältnisse in Betracht kommen. Subjektiv könnte vielleicht auch die Art der Zusammenauffassung den Ort des Beginns des Zusammenschlagens bestimmen. Könnte nicht der Zusammenschlag auf der Seite beginnen, deren Uhrschlag bevorzugt beachtet wird? Wie aber sollte sich dann das geordnete Wandern des Zusammenschlagens von Ohr zu Ohr in stets gleicher Richtung verstehen lassen?

§ 15. Aus einer objektiven Kontrolle der beiden Versuchsuhren durch Zeigervergleich erkannte ich bald, daß der Zusammenschlag stets auf der Seite des Kopfes begann, auf der die lang-

samer gehende Uhr sich befand. Wie verhält sich rein zeitlich im Moment des Beginns des lokalisierten Zusammenschlagens der Schlag dieser Uhr zu dem der andern?

Hier ist der Ort, wo ich die objektiven Verhältnisse der Schlagfolgen beider Uhren genauer betrachten muß; denn bisher hatte ich die zwar einfachste aber nicht notwendig zutreffende Annahme gemacht, daß in der Zeit von objektiver Koinzidenz zu objektiver Koinzidenz die Anzahl der Schläge der beiden Uhren sich genau um eine Einheit unterschieden. Das periodische Zusammenschlagen kann objektiv nur dadurch bedingt sein, daß die Zeitstrecken ($^1/_5$ Sekunden) zwischen zwei Schlägen bei der einen Uhr kleiner sind als bei der andern, daß also die eine Uhr die andere in einer gewissen Zeit überholt. Dieses Überholen spielt sich objektiv aber verschieden ab, je nachdem die schneller gehende Uhr in der von einer (angenommenen) objektiven Koinzidenz zur folgenden (angenommenen) objektiven Koinzidenz der Schläge beider Uhren gemessenen Zeit einen oder mehrere Schläge mehr macht als die andere Uhr. Bezeichnet man mit n_1 und n_2 die Anzahl der Schläge beider Uhren zwischen zwei objektiven Koinzidenzen (daß überhaupt Koinzidenzen vorhanden sind, ist auch eine Annahme), so hat man zu unterscheiden, ob $n_2 - n_1 = 1$ oder > 1, also gleich 2,3 oder 4 usw. ist. Vorausgesetzt ist zunächst, daß tatsächlich objektive Koinzidenzen vorkommen. Der einfachste Fall wird der sein, daß $n_2 - n_1 = 1$ ist. Während also die eine Uhr z. B. 300 Schläge in der Minute macht, möge die andere Uhr 301 Schläge machen. Dies bedeutet ein Voreilen um 12 Sek. in der Stunde, um 4 Min. 48 Sek. in 24 Stunden. Dabei ist vorausgesetzt, daß beide Uhren ihrem Bau gemäß bei richtigem Gehen in der Stunde 18000 Schläge machen; an dieser Voraussetzung, die für meine Uhren ja erfüllt war, wollen wir zunächst festhalten. Beträgt die Differenz $n_2 - n_1$ mehrere Einheiten, so muß man die Zahlen n_1 und n_2 zunächst durch Kürzen in relative Primzahlen n'_1 und n'_2 verwandeln, und deren Differenz nehmen.

Legen wir für n_1 die Zahl 300 zugrunde, was an sich zwar willkürlich, aber für die Praxis der Uhrenregulierung doch von Wert ist, und geben wir n_2 die Werte 301, 302 usw., so erhalten wir folgende Tabelle:

Tabelle 2.

	$n_1 : n_2$ $n'_1 : n'_2$	Voreilen in 24 Stunden
I. Fall	300 : 301	4′ 48″
II. Fall	300 : 302 = 150 : 151	9′ 36″
III. Fall	300 : 303 = 100 : 101	14′ 24″
IV. Fall	300 : 304 = 75 : 76	19′ 12″
V. Fall	300 : 305 = 60 : 61	24′ 00″
VI. Fall	300 : 306 = 50 : 51	28′ 48″
VII. Fall	300 : 307 = ca 48 : ca 44	33′ 36″

Nach der vorstehenden Tabelle treten objektive Koinzidenzen in Zwischenzeiten ein, die aus Tabelle 3 zu ersehen sind.

Tabelle 3.

im 1. Falle alle 60″
im 2. Falle alle 30″
im 3. Falle alle 20″
im 4. Falle alle 15″
im 5. Falle alle 12″
im 6. Falle alle 10″
im 7. Falle alle ca 8,6″

An sich können in dem Verhältnis $n_1 : n_2$ alle möglichen Zahlen für n_1 und n_2 auftreten, soweit sie natürlich durch den Bau der Uhren gestattet sind. Es kann also $n_1 : n_2$ gleich 299 : 304 oder gleich 7 : 8 oder gleich 7 : 11 usw. sein. Die Tabellen 1 und 2 lassen aber erkennen, daß kleinzahlige Verhältnisse wie 7 : 8 oder 11 : 13 usw. bei einigermaßen richtig gehenden Uhren mit an sich gleicher Schlaganzahl in der Stunde nicht vorkommen können; denn 7 : 8 wäre ziemlich gleich 300 : 344; und diesem Verhältnis entspräche ein Voreilen der zweiten Uhr um über 3 Stunden in 24 Stunden.

Schon Verhältnisse, die dem Verhältnis 50 : 51 oder 60 : 61 oder 75 : 76 oder auch 100 : 101 nahekommen, z. B. 99 : 100, werden für die Praxis der feineren Uhrenregulierung, auf die wir durch unsere Betrachtungen geführt werden, kaum in Frage kommen. Damit scheiden für die Regulierung alle die Anzahlen n_1 und n_2 aus, die kleiner als 300 sind und eine Differenz größer als 1 haben. Psychologisch, d.h. bezüglich des Phänomens des Zusammenschlagens, sind aber diese Fälle nicht weniger interessant; bei richtig gehenden Uhren kann man sie unter anderem durch Drehen des Rückerhebels absichtlich herbeiführen.

Betrachten wir noch kurz die Verhältnisse des »Überholens«, wenn $n_2 - n_1 > 1$ und n_1 und n_2 genügend groß (> 300) sind. Schon wenn $n_1 = 100$ und $n_2 = 103$ ist, erkennt man, daß zwischen den beiden um 100 bezw. um 103 Schläge entfernten Koinzidenzen noch zwei Überholungsmomente liegen. Nach der ersten Koinzidenz wird der 34. Schlag der Uhr n_2 am nächsten an den 33. Schlag der Uhr n_1 herangerückt sein; erst wieder der 69. Schlag der Uhr n_2 wird an den 67. Schlag der Uhr n_1 gleich nahe herangerückt sein. Zwischen den beiden wirklichen Koinzidenzen liegen also zwei Quasikoinzidenzen. Die beiden Koinzidenzen bezw. Quasikoinzidenzen liegen also beim 0. Schlag beider Uhren, beim 33./34. Schlag, beim 67./69. Schlag und beim 100./103. Schlag; das heißt, auch hier liegen die Koinzidenzen und Quasikoinzidenzen ziemlich äquidistant, wie es der Fall ist, wenn n_1 und n_2 sich nur um eine Einheit unterscheiden. Vergleicht man die Anzahlen der Schläge, welche die beiden Uhren seit dem letzten (Quasi-)Koinzidenzpunkt bis zum nächsten (Quasi-) Koinzidenzmoment machten, miteinander, so erkennt man, daß die schneller gehende Uhr in dieser Zeit stets einen Schlag mehr macht als die andere Uhr; dadurch überholt sie die andere Uhr.

Wie ordnen sich nun die Schläge beider Uhren einander zu, erstens vor und hinter den objektiven Koinzidenzmomenten, zweitens vor und hinter den objektiven Quasikoinzidenzen? Durch eine einfache Überlegung erkennt man, daß in der Nähe vor den Koinzidenzen der Schlag der langsamen Uhr stets um einen kleinen Bruchteil einer Fünftelsekunde vor dem Schlag der schneller gehenden Uhr kommt und daß das Folgeverhältnis hinter den Koinzidenzen das umgekehrte ist. In der Nähe vor und hinter den Quasikoinzidenzen liegen die Verhältnisse genau so. Das Überholen geht eben stets so vor sich, daß der $x.+1.$ Schlag der schnellen Uhr immer mehr an den etwas früher kommenden $x.$ Schlag der langsamer gehenden Uhr heranrückt. In den Quasikoinzidenzen selbst besteht freilich eine Zeitdifferenz zwischen den Schlägen beider Uhren, die positiv und negativ sein kann; d. h. in den Quasikoinzidenzmomenten kommt bald der Schlag der langsamen, bald der Schlag der schnellen Uhr zuerst.

Die Quasikoinzidenzen stimmen also in bezug auf Zuordnung der Schläge beider Uhren vor- und nachher mit den Koinzidenzen überein; sie unterscheiden sich von ihnen nur dadurch, daß in ihnen selbst die Schläge beider Uhren eine minimale Zeitverschiebung

haben; da diese bei genügend großem n_1 (> 100) weit unter der Schwelle liegt, so können die Quasikoinzidenzen subjektiv von den echten Koinzidenzen nicht unterschieden werden. Da überdies bei $n_1 > 100$ die Quasikoinzidenzen objektiv fast genau (um so mehr also subjektiv) äquidistant zwischen den echten Koinzidenzen liegen, so wird es nicht sehr fehlerhaft sein, wenn man beim dichotischen Hören des Zusammenschlagens annimmt, daß in der Zeit ε eines jeden Zusammenschlagens ein echter objektiver Koinzidenzpunkt liegt. Dies läuft auf die Annahme hinaus, daß zwischen n_1 und n_2 allemal die Differenz 1 besteht. Es hat sich damit die von mir zuerst (vgl. § 8) gemachte Annahme als berechtigt erwiesen. Ihre Berechtigung geht auch aus der in § 20 zu erwähnenden eben auf diese Annahme sich stützenden und durch objektive Kontrolle bestätigbaren Voraussage bezüglich des Ganges einer Uhr hervor.

§ 16. Nach einiger Übung hat man es nicht mehr nötig, die Gangverschiedenheit der beiden Uhren durch objektiven Vergleich festzustellen. Beim dichotischen Hören kann man, wie es der geübte Uhrmacher auch vermag, sehr bald die langsamere Schlagfolge der einen Uhr von der schnelleren Schlagfolge der andern Uhr unterscheiden; ebenso erkennt man, daß vor dem Zusammenschlag die Schläge der langsameren Uhr voreilen, die Schläge der schnelleren Uhr sich immer mehr an jene heranschieben, und umgekehrt, daß nach dem Zusammenschlag die Schläge der schneller gehenden Uhr zuerst kommen und sich von ihnen die Schläge der langsameren Uhr mehr und mehr zeitlich trennen, bis der Moment eintritt, in dem die Schläge der einen Uhr subjektiv in die Mitte zwischen die Schlagfolgen der andern Uhr fallen. Von da an werden wieder die Schläge der langsameren Uhr als voreilend aufgefaßt.

§ 17. Die Wanderung des Zusammenschlages A geht also von der langsamer gehenden zu der schneller gehenden Uhr bezw. von der Seite des Kopfes, auf welcher der im Beginn des Zusammenschlages A voreilende Schallreiz eintrifft, nach der Seite des Kopfes, auf der nach dem Koinzidenzpunkt wiederum der voreilende Schallreiz gesetzt ist. Je kleiner die Zeitdifferenz der Schallreize ist, um so mehr wird der Schall nach der Mitte des Kopfes lokalisiert. Der voreilende Schallreiz bestimmt den Ort. Nach den oben schon mitgeteilten Zahlen wird im Durchschnitt ein erstmalig bezw. letztmalig lokalisierter Zu-

sammenschlag gehört, wenn die Zeitdifferenz ca. $^1/_{60}$ Sekunde beträgt.

§ 18. Die Wanderung des lokalisierten Zusammenschlages hängt aber nicht nur von der Zeitdifferenz ab. Dann müßte der Mitteneindruck stets in der Mitte von s zu erwarten sein. Wie schon gesagt, war das bei meinen beiden Versuchsuhren nicht der Fall. Es lag die Vermutung nahe, daß die exzentrische Lage von M durch die Verschiedenheit der Intensitäten der Schläge beider Uhren bezw. der ihnen zuzuordnenden Schallreize bedingt sei. Durch langsames Entfernen der intensiver schlagenden Uhr vom Ohre konnte ich tatsächlich den Mitteneindruck in bezug auf s verschieben. Gleichzeitig traten in dem Ausmaß des Schallweges Veränderungen ein.

Die in der Lage I langsamer gehende Versuchsuhr hatte einen intensiveren Schlag als die andere Versuchsuhr; drückte ich beide Uhren gleich fest an die Ohren, so bewegte sich der lokalisierte Schlag beispielsweise aus dem linken Ohr der langsamer gehenden Uhr über Mitte, wanderte aber nicht ganz bis ins andere, also rechte Ohr. Veränderte ich die Intensität der linken Uhr durch abgestuftes langsames Abheben der Uhr vom Ohre, so wanderte der Schlag weiter nach dem rechten Ohre hin. Erst bei fingerbreitem Abstand gelangte der Schall in das rechte Ohr. Vergrößerte ich den Abstand der Uhr noch mehr, so trat die überraschende Erscheinung ein, daß der Anfang der Wanderung des Schalles sich aus dem linken Ohr gegen die Mitte hin verlagerte; die Wanderung endete im rechten Ohr. Je weiter die linke Uhr entfernt wurde, um so mehr näherte sich der Anfang der Wanderung der Mitte des Kopfes; ja er konnte sogar bis jenseits der Mitte in die rechte Kopfhälfte verschoben werden. Umgekehrt konnte das Ende der Wanderung mehr und mehr nach der Kopfmitte und links von ihr verlagert werden, wenn bei anliegender linker intensiver schlagender Uhr die rechte Uhr weiter vom rechten Ohr entfernt wurde. Natürlich hatte die Abstandsänderung z. B. der linken Uhr nicht nur eine Veränderung der Intensität ihrer Schläge, sondern auch eine, freilich konstante, sehr kleine zeitliche Verzögerung ihrer Schläge zur Folge. Da ich die Abstandsänderungen nicht kontinuierlich vornahm, sondern die Uhr in den einzelnen Stadien dieser Versuche ruhig an demselben Orte beließ, so konnte die zeitliche Änderung selbst keinen Einfluß auf das Ausmaß der Wanderung haben. Relativ blieben die zeitlichen Verhältnisse

der Schläge der beiden Uhren dieselben. Also konnte die Lage des Anfangs und des Endes der Schallwanderung nur von dem Verhältnis der beiderseitigen Intensitäten abhängen; Anfang und Ende waren nach der Kopfseite verschoben, von der die intensiveren Schläge kamen. Die Dauer und Richtung der Wanderung waren aber unabhängig von dem Intensitätenverhältnis; sie hingen nur von den zeitlichen Verhältnissen ab.

Dazu teile ich folgende Zahlenreihe mit:

Tabelle 4.

li. Uhr lauter schlagend	z	p	z	p	z	p	z	p	z	p	z	p
fest beim Ohr	7	35	7	32	7	32	6	33	6			
Abstand 1 Fingerbreite	6	37	6	36	7	35	6	32	6	32	5	33
Abstand 2 Fingerbreiten	5	35	7	35	6	35	6	35	6	37	7	34

§ 19. Die geschilderten Verhältnisse beim Zusammenschlagen zweier Uhren geben eine Methode an die Hand, in sehr bequemer und schneller Weise zwei Uhren auf ihren Gang zu vergleichen. Nehmen wir an, die eine Uhr sei die Normaluhr. Glashütteruhren eignen sich wegen der hohen Gleichförmigkeit ihres Ganges und wegen der Präzision ihres Schlages dazu besonders gut. Die Normaluhr werde an das linke Ohr und die zu vergleichende Uhr an das rechte Ohr gehalten. Zugleich wird der Sekundenzeiger einer dritten Uhr mittels einer Lupe beobachtet. Es wird die Dauer des Zusammenschlagens beider Uhren abgelesen und auf die Richtung der Schallwanderung geachtet. Wandert der Schall von links nach rechts, so folgt daraus, daß die zu prüfende Uhr vorgeht; wandert der Schall umgekehrt, so geht sie nach. Dauert der lokalisierte Zusammenschlag beispielsweise 10 Sekunden lang, so folgt aus dem oben Gesagten, daß die beiden Uhren in einem Turnus von 6·10 Sekunden einmal zusammen und auseinander schlagen; d. h. in 60 Sekunden gewinnt bezw. verliert die zu prüfende Uhr $^1/_5$ Sekunde. Folglich gewinnt bezw. verliert sie in 5 Minuten 1 Sekunde, in einer Stunde 12 Sekunden. Um die auf diese Weise möglichen Voraussagen zu kontrollieren, habe ich in vielen Einzelfällen den Gang der beiden Uhren gleichzeitig objektiv kontrolliert.

§ 20. Statt vieler sei folgendes Beispiel einer solchen Uhrenkontrolle mitgeteilt. Beide Uhren (*N* Normaluhr, *V* die zu prüfende Uhr) befanden sich dauernd in Lage I. Die zu prüfende

Uhr hatte ich 11 h 10′ 23″ synchron mit der Normaluhr gestellt. Nach etwa 10 Minuten las ich dichotisch hörend für z 9″ für p 45″ und abermals für z 9″ ab. Das ergibt für t 54″. Der Schall wanderte von V nach N. Also ging V nach, und zwar in 54″ um $^1/_5$ Sekunde, in 270 Sekunden um 1 Sekunde, in 22,5 Minuten um 5 Sekunden. Die beiden Uhren verglich ich nach etwa weiteren 10 Minuten: N zeigte 11 h 32′ 35″, V zeigte 11 h 32′ 30,2″. V hatte also in 22′ 12″ oder in 1332″ um $4^4/_5$ Sekunden verloren, d. h. in 1332″ : 24 = 55,5″ um $^1/_5$ Sekunde! Nach dem dichotischen Uhrenvergleich mußte V bei N = 11 h 32′ 35″ folgendes anzeigen: 11 h 32′ 35″ — 1332″ : 54 · 5 $\left(= \frac{24{,}6''}{5}\right)$ = 11 h 32′ 30,1″. Bedenkt man, daß die Ablesung der Uhren auf Fünftelsekunden überhaupt unter dem Einfluß der Reaktionszeit ungenau ist, so stimmt der dichotische Vergleich recht befriedigend überein mit dem objektiven Vergleich. Die beiden Uhren verglich ich wiederum, als N 12 h 10′ 23″ zeigte; V zeigte jetzt 12 h 10′ 10″; also hatte V in 3600 Sekunden um 13″ verloren oder um $^{65}/_5$ Sek., d. h. in 3600″ : 65 = 55,4 Sek. um $^1/_5$ Sekunde; nach dem dichotischen Vergleich hätte V um 3600″ : 54 · 5 = 66,6/5 Sekunden = 13,33″ verlieren müssen. Man muß zugeben, daß eine größere Genauigkeit in Anbetracht der Ablesungsfehler bei dem kurzdauernden dichotischen Vergleich kaum möglich ist. Als N: 1 h 10′ 23″ angab, zeigte V: 1 h 9′ 56,5″. Nach der Berechnung auf Grund der dichotischen Beobachtung hätte V: 1 h 9′ 56,4″ zeigen müssen.

§ 21. Man kann also bei dem dichotischen Verfahren aus der Dauer des Zusammenschlagens und aus der Richtung der Wanderung der Zusammenschläge ziemlich genau und in kurzer Zeit den Gang einer Uhr voraussagen und dementsprechend eine Regulierung vornehmen. Ebenso leicht wird man den Erfolg einer Regulierung (durch Drehen des Rückerhebels) kontrollieren und so sehr bald zu einem Abschuß der Regulierung gelangen können. Vorausgesetzt ist dabei allerdings, daß die Normaluhr und die zu prüfende Uhr in sich gleichförmig gehen. Dazu ist zunächst erforderlich, daß bei beiden Uhren keine Lageänderungen vorkommen. Von der Gleichförmigkeit des Ganges der Vergleichsuhr überzeugt man sich leicht, indem man über längere Zeit hin die Zeiten z und p abliest. Wie ich aus solchen über recht lange Zeiten hin vorgenommenen Vergleichen weiß, kann der Gang von V, nachdem er über viele Minuten hin recht gleich-

förmig war, plötzlich eine beträchtliche Änderung erfahren. Im obigen Beispiel war der Gang von *V* offenbar sehr gleichförmig. *N* ist eine Schweizeruhr; sie hat 45 mm Durchmesser und macht 18000 Schläge in der Stunde. Sie hat einen ausgezeichnet gleichförmigen Gang, wie Herr Uhrmacher Mensing in Kiel durch Vergleich mit einer sehr gut gehenden Pendeluhr feststellte. *N* verlor bei ihrer letzten Regulierung täglich etwa eine Sekunde.

§ 22. Der dichotische Vergleich gibt aber auch ein überaus feines Kriterium an die Hand, den Gang sehr gleichförmig gehender Uhren, z. B. zweier Glashütter Uhren, in seinen feinsten Einzelheiten, also ihren Isochronismus, zu kontrollieren. Die beiden Uhren mögen beispielsweise erst in 15 Minuten um $^1/_5$ Sekunde differieren; solches habe ich beobachtet. Dann beträgt die Zeit des Zusammenschlages etwa 2,5 Minuten. Während dieser Zeit macht die eine Uhr etwa 750 Schläge, die andere 751 bezw. 749 Schläge. Die große Anzahl der Zusammenschläge wandert auf einer geradezu lückenlosen Bahn von Ohr zu Ohr. Da die Zeitdifferenz bei Beginn des Zusammenschlages etwa $^1/_{60}$ Sekunde beträgt, so nimmt die Schlagdifferenz bis zum Moment der Koinzidenz um $1 : 60 \cdot 375$ Sek. $= 1 : 22\,500$ Sek. $=$ etwa 0,00005 Sek. von Zusammenschlag zu Zusammenschlag ab. Da nun nach Beobachtungen, von denen im II. Teil dieser Untersuchung die Rede sein wird, bei dichotischem Hören noch z-Zeitdifferenzen von 0,00003 Sek. bemerkbare Lokalisationsänderungen (vorzüglich als Abweichungen vom Mitteneindruck) der lokalisierten Zusammenschläge bedingen, so können kleinste Inkonstanzen in der Schlagfolge der einen Uhr bezüglich der Schlagfolge der andern Uhr sich u. a. in einer ruckweisen momentanen rückläufigen Wanderung des lokalisierten Zusammenschlages bemerkbar machen.

Solche feinere Rückläufigkeiten sind gerade bei guten Uhren zu hören, da diese über lange Zeit hin zusammenschlagen. Die Rückläufigkeiten treten in den mannigfachsten Variationen auf. Besonders erwähnen möchte ich einen Fall, den Kapellmeister Lüddecke beobachtete. Der Zusammenschlag ging vom linken Ohre herkommend nach der Kopfmitte, wanderte wieder den halben Weg zurück, kehrte um und ging nun über die Mitte nach dem andern Ohre.

§ 23. Der Umstand, daß zwei Uhren monotisch oder dichotisch gehört periodisch zusammenschlagen, was objektiv nur aus

einem Überholtwerden der einen Uhr durch die andere verständlich ist, beweist an sich noch nicht, daß die eine Uhr auch vorgehe. Denn die für den richtigen Gang einer Uhr vorgeschriebene Anzahl von Schlägen in der Stunde kann bei den einzelnen Uhren sehr verschieden sein. Sie hängt vom Bau der Uhr, vor allem von der Art der Hemmung (Zylinderhemmung, Duplexhemmung, Ankerhemmung, Chronometerhemmung) und von der Uhrengröße ab. Nach dem hervorragenden „Lehrbuch der Uhrmacherei in Theorie und Praxis" von Claudius Saunier gab man in der Genfer Fabrikation den Zylinderuhren folgende Schwingungszahlen:

Von 45—29 mm	Durchmesser:	17—18 000	Schwingungen,
27 mm	„	18—19 000	„
22—23 mm	„	19—20 000	„
20—13 mm	„	20—24 000	„

Man läßt den Duplexgang gewöhnlich 18 000 Schwingungen in der Stunde machen. Doch kommen auch Hemmungen vor, die 14 400 und 21 600 Schwingungen machen. Bei Ankeruhren üblicher Größe läßt man die Hemmung gewöhnlich 18 000 Schwingungen machen. Die englischen Ankeruhren machen aber nach Saunier der Mehrzahl nach 14 400 Schwingungen. Die Taschenchronometer mit Chronometerhemmung machen 18 000 und 21 600 Schwingungen.

Die Anzahl der Schwingungen verschiedener Taschenuhren in der Stunde schwankt also zwischen 14 400 und 24 000. Dementsprechend beträgt die durch zwei Schläge begrenzte Zeitstrecke 0,25 Sek. bei 14 400 Schwingungen, 0,2 Sek. bei 18 000 Schwingungen, 0,166 Sek. bei 21 600 Schwingungen und 0,15 Sek. bei 24 000 Schwingungen.

§ 24. Heute neigt man wohl mehr und mehr dahin, jede Taschenuhr 18 000 Schwingungen in der Stunde machen zu lassen. Bei Ausführung des Weberschen Versuches sollte man über die Schwingungszahlen der zur Verwendung kommenden Uhren unterrichtet sein. Nur bei Uhren, die eine gleiche Anzahl von Schwingungen in der Stunde machen sollen, kann man aus dem Zusammenschlagen Schlüsse auf ein Vorgehen der einen Uhr ziehen. Das Phänomen des Zusammenschlagens selbst hängt natürlich nicht davon ab, daß die Schwingungsanzahl der einen Uhr in der Stunde um eine gewisse Anzahl von Schwingungen abweicht von der der anderen Uhr, während beide Uhren beim richtigen Gange gleiche Anzahl von Schwingungen haben sollten.

Zwei richtig gehende Uhren von gleicher Schwingungszahl (300 in der Minute) werden also, physikalisch betrachtet, überhaupt nicht oder dauernd zusammenschlagen. Zwei richtig gehende Uhren von verschiedener Schwingungszahl (z. B. 300 Schwingungen und 240 Schwingungen in der Minute) werden gar nicht oder 60 mal, also alle Sekunde zusammenschlagen. Daraus folgt, daß im ersten Falle das in Frage stehende Phänomen entweder gar nicht oder dauernd, im zweiten Falle gar nicht oder alle Sekunde, aber wegen seiner geringen Dauer vielleicht nur sehr flüchtig oder gar nicht wahrgenommen wird. Zwei nicht richtig gehende Uhren gleicher Schwingungszahl (300 und 301 Schwingungen in der Minute) werden alle Minuten einmal zusammenschlagen; zwei nicht richtig gehende Uhren verschiedener Schwingungszahl (300 und 241 Schwingungen) werden ebenfalls alle Minuten objektiv einmal zusammenschlagen; dazu kommen aber noch Quasikoinzidenzen, die subjektiv ebenfalls als Zusammenschläge in schneller Folge nur sehr flüchtig vorübergehend event. gehört werden können.

§ 25. Bisher sprach ich von dem Auseinander- und dem Zusammenschlagen der beiden Uhren; zunächst scheint beides dadurch unterschieden zu sein, daß im ersten Falle die einzelnen Schläge der beiden Uhren als solche deutlich wahrgenommen werden können, während sie im zweiten Falle als Individuen verloren gehen und nur im Zusammenschlag erscheinen. Es ist aber doch sehr die Frage, ob in diesem Falle die den Zusammenschlag bedingenden Teilschläge aus der Perzeption tatsächlich verschwinden. Die Frage ist nicht ganz leicht zu entscheiden. Überaus viel Aufmerksamkeit und geduldige Beobachtung habe ich zu ihrer Klärung aufgewandt. Sehr häufig hatte ich durchaus den Eindruck, daß im Moment des lokalisierten Zusammenschlagens die Teilschläge der Perzeption gänzlich entzogen seien. Sie wurden dann neben dem Zusammenschlag nicht mehr gehört. Aber allmählich gelang es mir doch, besonders bei längerem s, die Teilschläge neben dem wandernden Zusammenschlag zugleich isoliert zu hören; sie waren dann stets in dem betreffenden Ohre lokalisiert. Es war also sehr wohl möglich, z. B. die Schlagfolge im linken Ohr ohne Unterbrechung zu hören und zugleich das Phänomen des wandernden Zusammenschlages zu haben; die Schlagfolge im rechten Ohr trat dabei mehr oder weniger zurück.

Das Perzipieren der Teilschläge wird durch die qualitative Verschiedenheit der Schläge beider Uhren sehr erleichtert. Jede Uhr hat ihre besondere Qualität des Schlages; die Schlagindi-

vidualitäten sind von Uhr zu Uhr ganz wesentlich verschieden. Manche Uhren, z. B. Deckeluhren, haben einen klingenden Schlag, wohl bedingt durch besondere Resonanzverhältnisse des Gehäuses. Bei Verwendung einer solchen Uhr machte ich einmal folgende merkwürdige Beobachtung. An dem einen Ohr hatte ich eine Uhr, die einen sehr kurzdauernden, harten, leeren Schlag hatte; die Deckeluhr am anderen Ohr hatte einen vollen klingenden Schlag. Als nun beide Uhren zusammenschlugen, hatte auch der Zusammenschlag denselben klingenden Charakter, den der Schlag der Deckeluhr hatte. Als ein hellklingender Ton wanderte er von Ohr zu Ohr.

Der Weg, auf dem der Zusammenschlag von Ohr zu Ohr wandert, ist nicht bei allen Versuchspersonen der gleiche. Bei mir selbst wandert der Schall meistens vom einen Ohre nach dem Hinterhaupte, von da nach dem andern Ohr; dabei stelle ich die Schädelhöhle von innen gesehen, schwarz und leer vor, in einer Weite, die etwa dem doppelten Kopfdurchmesser von Ohr zu Ohr entspricht. Unter besonderen Umständen, auf die ich noch zurückkomme, höre ich den Schall vom einen Ohre an der inneren Schädelwand nach der Scheitelgegend aufsteigen und von da nach dem anderen Ohre absteigen. Niemals hörte ich den Schall stirnwärts wandern; wohl aber wurde mir das von mehreren Versuchspersonen angegeben. Erwünscht wäre es, daß man die Bedingungen für die jeweilige Lage bezw. Umlagerung der Bahn des wandernden Schalles genauer anzugeben vermöchte.

§ 26. Ich fasse die Ergebnisse der Analyse des Weberschen Taschenuhrenversuches zusammen. Entgegen den negativen Befunden von E. H. Weber, G. Th. Fechner, v. Kries und O. Klemm ergab sich, daß der Versuch durchaus positiv ausfällt. Voraussetzung dafür ist eine Zusammenauffassung (synthetische Perzeption) der Schläge beider Uhren. Das Phänomen des Wanderns des lokalisierten Zusammenschages (Richtung und Ort) beider Uhren hängt ab von der positiven oder negativen Zeitdifferenz und von der Intensitätsdifferenz der einen Zusammenschlag bildenden Schläge. Als durchschnittliche maximale Zeitdifferenz für den lokalisierten Zusammenschlag (Zeitschwelle) ergab sich $\frac{1}{60}$ Sek. Während des Zusammenschlages ist die Perzeption

der Teilschläge nicht ausgeschlossen. Die zeitlichen Verhältnisse des Zusammen- und des Auseinanderschlagens geben eine Methode zu einer schnellen und empfindlichen Feinregulierung einer Taschenuhr an die Hand.

II. Teil.

Über die Bedeutung der Zeit- und Intensitätsdifferenzen von Momentanreizen für die Lokalisation.

§ 27. Meine Absicht war es nun, die durch den Ausfall des Weberschen Versuches nahegelegte Frage, in welcher Weise die Schallokalisation durch Zeit- und Intensitätsdifferenzen bestimmt sei, eingehender zu verfolgen. Zunächst wollte ich den Uhrenversuch dadurch abändern, daß ich die Schläge der beiden Uhren unter Zuhilfenahme von Mikrophonen und Telephonen verstärkte. Das gelang auch bis zu einem gewissen Grade. Als ich nun daran ging, durch Einschaltung eines Widerstandes die Schläge der einen Uhr zu schwächen, erfuhr ich immer wieder, daß durch die Inkonstanz der Mikrophone jede saubere Intensitätenänderung ausgeschlossen war. Weder Stäbchenmikrophone noch Körnermikrophone erwiesen sich wegen ihrer Intensitätsschwankungen als exakt verwendbare Apparate.

§ 28. So gab ich diese Uhrenversuche auf und erzeugte mir die kurzdauernden Schalleindrücke auf folgende Weise. (Versuchsanordnung I.) Da es mir leichter erschien, auf elektrischem Wege quantitativ verfolgbare Intensitätsdifferenzen zu erzeugen, so gab ich den Schallreizen zunächst die Zeitdifferenz Null. Gleichzeitige Schallreize erzeugte ich in zwei Telephonhörern T_1 und T_2 dadurch, daß ich diese, parallel geschaltet, durch einen Strom erregte, der durch eine Uhr in der Sekunde einmal oder fünfmal geschlossen wurde. Zwischen Uhr und T_1 war außerdem ein Regulierwiderstand W eingeschaltet. Die Intensität der Telephontöne ließ sich durch Änderung des Widerstandes beliebig ändern. Die Hörer T_1 und T_2 hängte ich an einer der Ohrenachse parallel laufenden Führungsschiene verschiebbar zunächst frei in der Luft auf. Sodann ging ich dazu über, sie in Pappröhren von ca. 7 cm Weite in der Richtung der Ohrenachse zu verschieben. Bei objektiver Intensitätengleichheit der Telephonströme (bei Ausschaltung von W) verschob ich die Hörer T_1 und T_2 so lange in ihren Entfernungen a_1 und a_2 von den

beiden Ohren, bis »Mitteneindruck« eintrat. Stets mußte ich T_2 in die gleiche Entfernung wie T_1 bringen, mochte T_1 das eine Ohr berühren oder in irgendwelchem Abstand davon sich befinden. Bei manchen Versuchspersonen mußten bei objektiver Gleichheit der Intensitäten die Abstände der Hörer von den Ohren bis auf 1—3 mm miteinander übereinstimmen, wenn Mitteneindruck eintreten sollte. Sodann schwächte ich bei gleichem Ohrabstand der beiden Hörer die Intensität von T_1 durch Einschalten des Widerstandes W. Nach dem Kirchhofschen Gesetz trat gleichzeitig eine Verstärkung des Stromes in T_2 ein. Die dadurch bedingte Intensitätsdifferenz der beiden Schallreize bewirkte eine Mittenabweichung des Schalles. An den zeitlichen Verhältnissen der Schallreize hatte ich damit nichts geändert. Wollte ich nun wieder »Mitteneindruck« erzielen, so mußte ich den Abstand a_2 des Hörers T_2 (der intensiveren Schallquelle) vergrößern. Wählte ich, ohne an dem Intensitätenverhältnis etwas zu ändern, neue Abstände a_1, so mußte ich dazu jedesmal auch wieder ein neues a_2 suchen. Offenbar waren diese Versuche doch nicht rein; denn mit Vergrößerung der Abstände a_2 im Vergleich mit den zugehörigen Abständen a_1 wurde auch der zeitliche Abstand der Schallreize verschoben. Daraus ist es wohl zu erklären, daß sich kein klarer Zusammenhang zwischen den einzelnen a_1 und a_2 bei konstanter, objektiver Intensitätenverschiedenheit ergab. Die Versuche mit Röhren zeitigten noch weniger durchsichtige Ergebnisse, vermutlich deshalb, weil bei ihnen neben der Luftleitung auch die Schallübertragung durch die Röhrenwand von Einfluß war.

§ 29. Die Intensität des einen Schalles konnte ich bei dieser Versuchsanordnung auf folgende Weise sehr bequem ändern und dadurch ein Abwandern des Mitteneindruckes bewirken. Zunächst machte ich die Intensitäten der beiden Schallreize objektiv gleich; die Telephonhörer hing ich in der Ohrenachse in gleichem Abstand (z. B. 40 cm) von dem jeweiligen Ohre auf. Die Intensitätengleichheit und Gleichzeitigkeit der Schallreize ergab Mitteneindruck. Dies war allerdings nur bei gewissen Vpn. (z. B. Dr. Ruge) exakt der Fall. Ich selbst hatte bei dieser Reizlage stets eine freilich sehr geringe Mittenabweichung. Darauf komme ich im III. Teil dieser Untersuchungen zurück. Brachte ich nun seitlich von der Schallöffnung des einen Telephonhörers oder seitlich von dem zugehörigen Ohre eine den Schall reflektierende Fläche aus Papier oder Holz (auch die innere Handfläche eignete sich) an,

so konnte ich auf dem Wege der Reflexion dem Ohr dieser Seite eine Zusatzwellenmasse zuführen. Das hatte eine Verschiebung des Mitteneindruckes zur Folge. Geringe Drehungen der reflektierenden Fläche wirkten im Sinne einer Verstärkung der Gesamtintensität des diesem Ohre zukommenden Schallreizes, so daß eine vermehrte Abwanderung des Mitteneindruckes nach dieser Seite hin eintrat. Statt der reflektierenden Wand konnte auch eine Röhre von hinten her über den Telephonhörer gegen den Kopf der Versuchsperson geschoben werden. Zunahme der Länge des überragenden Röhrenteiles wirkte wieder im Sinne einer Vermehrung der Intensität des Schallreizes, der von diesem Telephonhörer ausging. Endlich konnte ich noch dadurch leicht eine Änderung der Intensität bewirken, daß ich durch eine Art Irisblende die Schallöffnung des Telephonhörers verengerte bezw. erweiterte. Verengerung hatte die Zurückhaltung eines Teiles der Schallwellen und damit eine Herabsetzung der im Ohre ankommenden Wellenenergie und damit eine Verminderung der Intensität des Schallreizes und damit ein »Abwandern des Mitteneindruckes« in entgegengesetzter Richtung zur Folge.

Die beiden ersten Weisen der Intensitätsänderungen sind nicht rein; denn durch die reflektierenden Wände bezw. durch die Röhre wird die Phase der reflektierten Wellenzüge geändert. Diese kommen also mit anderer Phase im Ohre an als die auf geradem Wege zu demselben Ohre ziehenden Wellenzüge. Ob nun hierbei die zeitlichen Verhältnisse oder die Intensitätsverhältnisse für die Lokalisation wirksam wurden, ist nicht zu entscheiden. Wie dem auch sei, stets wirkte die Vermehrung der Schallmasse mit Hilfe reflektierender Wände im Sinne einer Vergrößerung der Intensität des Schallreizes. Nur der Versuch mit der Irisblende ist rein.

Schon aus diesen Versuchen schien mir als ganz sicher hervorzugehen, daß die Intensitäten der Schallreize ganz unabhängig von ihren zeitlichen Verhältnissen auf die Lokalisation bei dichotischem Hören einen sehr entschiedenen Einfluß hatten.

§ 30. In diesem Stadium meiner Versuche lernte ich die Arbeit von v. Hornbostel und Wertheimer[1]) kennen. Die beiden Autoren vertreten hier mit aller Entschiedenheit die Annahme,

1) v. Hornbostel und Wertheimer, Über die Wahrnehmung der Schallrichtung, Sitzungsbericht der Preußischen Akademie der Wissensch. 1920 S. 388–396.

daß die Lokalisation des dichotisch gehörten Schalles allein von der Zeitfolge der Erregungen abhänge. Den Intensitätsdifferenzen sprechen sie jede Bedeutung für die Lokalisation ab: »Nach all dem kann für die besprochenen Lokalisationserscheinungen die Zeittheorie füglich als bewiesen, die Intensitätstheorie als unhaltbar angesehen werden« (S. 393). Nahm ich diesen Satz in der Allgemeingültigkeit, mit der er geschrieben ist, so bestand zwischen ihm und den Ergebnissen meiner bisherigen Versuche ein harter Widerspruch. Die allgemeine Gültigkeit des Satzes konnte freilich auf »die besprochenen Lokalisationserscheinungen« eingeschränkt sein. Mit der Wendung »die besprochenen Lokalisationserscheinungen« konnten Lokalisationserscheinungen unter speziellen Bedingungen gemeint sein, solche nämlich, bei denen aus irgend einem Grunde (absolute oder praktische) Gleichheit der Intensitäten der ankommenden Schallwellen bestand. In diesem Falle wären die beiden Autoren freilich nicht in der Lage gewesen, über den Wert der Intensitatstheorie überhaupt etwas auszusagen.

Allein die Autoren können kaum nur die Fälle meinen, in denen die Schallquelle weit von dem Ohre bezw. von künstlichen Empfängern entfernt ist, in denen also praktisch Intensitätengleichheit vorliegt. Sie scheinen sogar Versuche mit Intensitätenänderungen gemacht zu haben; denn sie schreiben Seite 392: »Wird während der Beobachtung der vorlaufende Reiz allmählich geschwächt, so wird der Schall in dem der Wegdifferenz entsprechenden Winkel auf der Seite des vorlaufenden Reizes auch dann noch gehört, wenn er hier schwächer ist; erst wenn er hier fast vollständig ausgelöscht ist, springt das Schallbild plötzlich ins andere Ohr.«

In diesem Sinne geben die beiden Autoren Seite 386 eine kurze Inhaltsangabe ihrer Abhandlung, in dem sie schreiben: »Der Seitenwinkel, in dem ein Schall gehört wird, hängt nicht, wie bisher meist angenommen wurde, von der Intensitätsdifferenz ab, sondern von dem Zeitunterschied der Erregungen des einen und anderen Ohres durch gleiche Reize.«

Unklar ist hierin nur die Wendung am Schlusse »durch gleiche Reize«. Sollte das Adjektiv »gleiche« bedeuten »gleich intensive« Reize, so hätte der ganze Satz keinen Sinn; also kann mit dem Adjektiv nur gemeint sein, daß die Reize ihrer Schwingungsform nach gleich sein sollen.

Die beiden Autoren behaupten also ganz allgemein, daß Intensitätenänderungen bei einem der dichotisch aufgenommenen Reize keine Änderungen in der Lokalisation des gehörten Schalles zur Folge hätten. Leider geben sie nicht an, wie bei ihren Versuchen die technische Einrichtung beschaffen war; die Möglichkeit der Nachahmung ihrer Versuche wäre mir zur Beseitigung des harten Widerspruchs zwischen ihren und meinen Beobachtungen sehr angenehm gewesen.

§ 31. Um diesen Widerspruch aufzuklären, mußte ich meine Versuchseinrichtung verbessern. Sie mußte mir die Möglichkeit geben, die Intensisäten und die Zeitfolge der Reize exakt und unabhängig voneinander zu ändern.

Eine sehr einfache Einrichtung, die qualitativ durchaus einwandfreie Ergebnisse lieferte, improvisierte ich mir auf folgende Weise (Versuchsanordnung II). Die durch T_1 bezw. T_2 gehenden von einander unabhängigen Stromkreise führte ich über die, voneinander isolierten Bügel einer Pohlschen Wippe. Diese Bügel tauchen in Quecksibernäpfe ein. Durch Zugießen von Quecksilber in die Näpfe erreichte ich, daß beide Kontakte gleichzeitig eintauchten; durch leichtes Verbiegen der Spitze des einen Kontaktes bewirkte ich ein sukzessives Eintauchen. Je langsamer oder schneller ich das Eintauchen vor sich gehen ließ, um so größer oder kleiner konnte ich die Zeitdifferenz der Schallreize machen, ohne hierbei an ihren Intensitäten etwas zu ändern. Andrerseits konnte ich durch Einschalten von Widerständen die Intensitäten ändern, ohne dadurch an den Zeitdifferenzen etwas zu ändern. Ganz evident ergab sich, daß Intensitätsdifferenzen und Zeitdifferenzen unabhängig voneinander auf die dichotische Lokalisation Einfluß hatten. Dabei konnten sie sich in ihrem Lokalisationseffekt unterstützen oder auch aufheben.

Mit dieser improvisierten Einrichtung konnte ich qualitativ dieselben Erscheinungen nachweisen, die ich später mit meiner verbesserten Kontakteinrichtung erzielte.

§ 32. Da ich erfahren hatte, daß zu der Frage der Bestimmung der Schallrichtung allerlei Patente vorlägen, so begann ich, die Sammlung von Patentschriften der Kieler Handelskammer durchzusuchen. Ich fand eine überraschend große Anzahl von Patentschriften, die seit den 80iger Jahren bis heute die verschiedensten Verfahren zur Bestimmung der Schallrichtung

entwickelten[1]). Es wäre eine ebenso interessante wie dankenswerte Aufgabe, diese Patente einer historisch vergleichenden kritischen Betrachtung zu unterziehen. Deutlich wird ersichtlich, daß die Erfinder vor dem Jahre 1910 von anderen Voraussetzungen ausgingen als nach dem Jahre 1910. Bis zum Jahre 1910 herrscht bei den Patentträgern, wie mir scheint, das Bestreben vor, die Richtung des Schalles vorzüglich mit Hilfe der Intensität, d. h. der Intensitätsdifferenzen bezw. Intensitätsmaxima oder Intensitätsminima der ankommenden Schallwellen zu bestimmen. Seit dem Jahre 1910 etwa, in dem der Amerikaner James Bowlker seine Erfindung veröffentlichte, bedient man sich zu demselben Zwecke vorzüglich der Zeitdifferenzen, in denen zwei oder mehr örtlich getrennte Empfänger durch die ankommenden Schallwellen erregt werden. In der Patentschrift von J. Bowlker »Verbesserungen an der Apparatur für Unterwassersignale« (für Amerika Nr. 964380, für England Nr. 15102 A. D. 1910) sind nach meiner Kenntnis zum ersten Male eine Reihe von Gedanken klar ausgesprochen, die in den späteren Patenten als wesentliche Gedanken der Erfindung immer wiederkehren.

§ 33. Ein erster wesentlicher Gedanke ist hier ausgedrückt in Anspruch Nr. 1. »Eine Unterwasser-Signal-Empfangs-Apparatur, worin zwei Körper räumlich getrennt und geeignet, durch das Wasser in Schwingungen zu geraten, vorgesehen sind, um Schall durch geeignete Mittel zu zwei Kopf-

---

1) Vielleicht ist es dem einen oder anderen Leser erwünscht, wenn ich die wichtigsten der mir bekannt gewordenen Patentschriften wenigstens den Nummern nach angebe; die deutschen Patentschriften gehören bis auf 301669 (1915), die der Klasse 74d Gruppe 5 angehört, der Klasse 74d Gruppe 6 an. Es sind folgende:

43099	256747 (1911)	358595 (1919)
49845	257211 (1911)	360719 (1920)
54060 (1889)	257212 (1911)	374755 (1920)
56223 (1890)	291124	376923 (1921)
75939 (1892)	297997 (1915)	380117 (1921)
93144 (1896)	301248	380119 (1919)
97229 (1896)	301669 (1915) Gr. 5	380417 (1919)
99667 (1897)	304919	382170 (1916)
120405 (1899)	310874 (1917)	382175 (1917)
131924 (1901)	316024 (1918)	384086 (1921)
132146 (1901)	320129 (1918)	391964 (1917)
214119 (1908)	331022 (1918)	392858 (1920)
224794 (1909)	348268	392943 (1922)

hörern zu übertragen, die die einzelnen Schalle auf die entsprechenden Ohren des Beobachters übertragen, dadurch gekennzeichnet, daß die Schallwellen die Ohren des Beobachters im gleichen Zeitverhältnis erreichen, wie sie es tun würden, wenn sie durch die Luft kämen.« »Die augenscheinliche Schallrichtung ist in Luft hauptsächlich durch das Zeitintervall bestimmt zwischen dem Eintreffen einer gegebenen Schallwelle auf dem einen und dem anderen Ohre.«

Ein zweiter wesentlichen Gedanke ist ausgedrückt in Anspruch Nr. 2: »Eine Unterwasserschall-Empfangsapparatur, worin zwei Körper usw. (wie in Anspruch Nr. 1) dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen besagten Körpern größer ist als der zwischen den Kopfhörern und zwar im wesentlichen im selben Verhältnis, wie die Schallgeschwindigkeit im Wasser größer ist als die Schallgeschwindigkeit in Luft, für die vorgesetzten Ziele.«

Ein dritter wesentlicher Gedanke ist der, daß der Erfinder zwei Meßbasen bestehend aus drei nicht in einer Geraden befindlichen Empfängern benützt, um Mehrdeutigkeiten in der Richtungsbestimmung auszuschließen. Endlich scheint es, daß die Methode der Beobachtung bei Bowlker dieselbe ist, die man später als psychologische oder als binaurale Methode bezeichnet hat. Bowlker schreibt: »Der Beobachter findet jetzt (beim Bestimmen der Richtung von Unterwasserschallsignalen mittels seiner Einrichtung) die Richtung des Schalles in wesentlich gleicher Weise, wie er sie finden würde, wenn er in Luft hörte.« Schon 1906 hatte Bowlker[1]) bei seinen Versuchen mit zwei von einer Schallquelle zu den beiden Ohren geführten Schläuchen beobachtet, daß mit Vergrößerung der Entfernung des einen Schlauchendes von der Schallquelle »der Ton sich etwas von einer Seite des Kopfes nach der andern hin zu bewegen schien«.

Keine der späteren Patentschriften ist in ihren Erfindungsgedanken über die Erfindungsgedanken Nr. 1—3 des Bowlkerschen Patentes hinausgekommen. Der später auftretende Gedanke, einen unter einem Winkel zu der Medianebene ankommenden Schall durch eine Kompensation, z. B. Drehen der Basis, Verlängerung des Schallweges, zum Mitteneindruck zu machen,

1) T. J. Bowlker, Über die Faktoren, die zur Bestimmung der Schallrichtung dienen. Philos. Mag. XII (6) 1908 S. 318 ff.

kann nicht als neu bezeichnet werden; er findet sich schon in älteren Patenten, z. B. Nr. 99667 (1897) Klasse 74d, Gruppe 6.

§ 34. Einzelne der Patentschriften, so Nr. 297997 und 392943, bieten sehr interessante, zum Teil aber recht komplizierte Einrichtungen. Keine schien mir für meine Zwecke einfacher und ausgiebiger zu sein als die, die mir mittlerweile Feinmechaniker Heustreu herstellte. Sie ist wie folgt beschaffen:

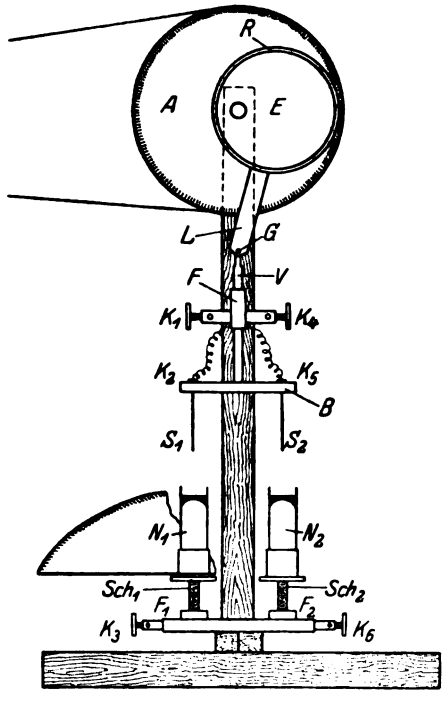


Fig. 1.

Von den Füßen F_1 und F_2 werden die Quecksilbernäpfe N_1 und N_2 getragen. Diese sind durch die vom Boden der Näpfe nach unten durch die Füße gehenden Schrauben vertikal verschiebbar. K_3 und K_6 sind Klemmschrauben auf F_1 und F_2. Von dem Querbalken B gehen vertikal nach unten zwei gleichlange Platindrähte mit den Spitzen S_1 und S_2. Der Querbalken wird durch eine vertikalstehende vierkantige Stange V getragen. Die Stange V geht durch die feststehende Führungsröhre F, in der sie vertikal verschiebbar ist. Am oberen Ende der Stange

V findet sich bei G ein Gelenk. Von ihm aus geht die Stange L nach der Ringscheibe R, die um die Scheibe E gelegt ist. Die Scheibe E ist exzentrisch auf eine horizontale Welle aufgesetzt, an deren anderem Ende eine Riemenscheibe A sich befindet. Fest mit dieser Scheibe A ist eine in 360 Grad geteilt Scheibe verbunden. Die Riemenscheibe kann entweder durch die Hand mittels Kurbel oder durch einen Motor in Rotation versetzt werden. Bei einer Umdrehung vollführen die Spitzen S_1 und S_2 eine Ab- und eine Aufwärtsbewegung. Die Quecksilberkuppen in N_1 und N_2 können so verschoben werden, daß sie entweder gleiches Niveau oder eine aus der Ganghöhe der Schrauben Sch_1 und Sch_2 und dem Winkel der Drehung der Näpfe angebbare beliebig kleine Niveaudifferenz haben. Zur Ablesung des Drehungswinkels ist an dem Fuße von N_1 eine halbe graduierte Kreisscheibe fest angebracht, die eine Drehung um 180 Grad gestattet. Diese Scheibe schleift unter einem feststehenden Zeiger hin; $^1/_8$ Grade lassen sich an ihr noch bequem ablesen. Um Oxidationsschichten zu vermeiden, empfiehlt es sich, 90%-igen Alkohol über das Quecksilber zu gießen. Petroleum ist nicht geeignet. Von dem Elemente E_1 geht der Strom nach der isolierten Klemme K_1, von da über eine elastische Feder nach K_2, von da nach S_1, beim Eintauchen von S_1 in das Quecksilber nach K_3, von da nach dem Telephonhörer T_1 und weiter über den Widerstand W_1 zurück nach E_1. Der Weg des zweiten Stromes geht aus E_2 nach K_4, K_5, S_2, K_6, T_2, W_2, zurück nach E_2. Angemerkt sei hier, daß bei Schluß der Ströme im Augenblick des Eintauchens von S_1 und S_2 in die Quecksilberkuppen wie bei Unterbrechung der beiden Ströme in dem Augenblick, da S_1 und S_2 die Quecksilbersäulen verlassen, die Membranen in T_1 und T_2 anspringen und so ein Schließungs- und Öffnungsknacken erzeugen.

§ 35. Mit dieser Versuchsanordnung ließ sich folgendes Experimentum crucis ausführen.

1. Versuch. S_1 und S_2 werden langsam gesenkt und N_1 so lange verschoben, bis T_1 und T_2 gleichzeitig erregt werden. Da T_1 und T_2 gleich gebaut sind, gleiche Widerstände haben, E_1 und E_2 gleiche Spannungen haben, W_1 und W_2 ausgeschaltet sind, so wird die Intensität der zusammengehörigen Knackgeräusche in T_1 und T_2 gleich sein. Bei dichotischem Hören wird also Mitteneindruck eintreten. Besteht tatsächlich noch eine Niveaudifferenz, d. h. tauchen S_1 und S_2 nicht gleichzeitig ein,

so muß das Schließungsknacken seitlich von der Mitte liegen, das Öffnungsknacken muß dann ebenfalls seitlich von der Mitte aber auf der anderen Kopfseite liegen, da die Niveaudifferenz eine umgekehrte Zeitdifferenz beim Schließen und Öffnen zur Folge hat. Gerade der Umstand, daß sowohl beim Schließen wie beim Öffnen ein lokalisiertes Knacken auftritt, ermöglicht es bei Gleichheit der Intensitäten, die Mittenlokalisation sehr sicher herzustellen. Man hat nur N_1 so lange zu drehen, bis die beiden vom Schließen bezw. Öffnen herrührenden Knackgeräusche an derselben Kopfstelle lokalisiert erscheinen.

Nachdem so der Mitteneindruck für beide Schalle hergestellt ist, wird der Widerstand W_1 eingeschaltet; das hat eine Schwächung der Intensität des Schallreizes in T_1 zur Folge. Ich will zunächst von Zahlenangaben absehen. Der lokalisierte Schall wandert nach der Seite T_2, von der jetzt der intensivere Schallreiz kommt; je mehr Widerstand bei W_1 eingeschaltet wird, um so weiter wandern die örtlich stets zusammenfallenden lokalisierten Schließungs- und Öffnungsknacke aus der Mitte nach dem Ohre bei T_2. Das Abwandern des Mitteneindrucks nach der Seite des intensiveren Schallreizes ist ein unbedingt sicher beobachtbares Phänomen. Daher kann schon auf Grund dieser Versuche kein Zweifel daran bestehen, daß Intensitätsänderungen an den momentanen Knackgeräuschen eine Änderung der Lokalisation hervorrufen.

2. Versuch. Die Widerstände W_1 und W_2 bleiben ausgeschaltet; die Schallreize in T_1 und T_2 bleiben also konstant. Nachdem auf die oben beschriebene Weise für Schließungs- und Öffnungsschalle Mitteneindruck erzeugt ist, wird der Napf N_1 durch langsames Drehen entweder gehoben oder gesenkt. Das hat zur Folge, daß Schließungs- und Öffnungsschall sich in entgegengesetzter Richtung aus der Mitte entfernen. Da sie verschieden intensiv sind (der Öffnungsschall ist der intensivere), lassen sie sich in der Beachtung festhalten und verfolgen. Mit Hebung von N_1 wandert der Schließungsschall nach T_1, der Öffnungsschall nach T_2; senkt man dann N_1 wieder, so kehren die beiden Schalle nach der Mitte zurück, um bei weiterem Senken von N_1 über die Mitte nach der jeweils anderen Kopfseite zu gehen; d. h. der Schließungsschall wandert nach T_2, der Öffnungsschall nach T_1.

Da mit dem Heben und Senken von N_1 nur die zeitliche Folge der Erregungen der beiden Telephonhörer (bei Schließung

und Öffnung in umgekehrtem Sinne) geändert, vergrößert, verkleinert, besonders aber umgekehrt wurde, so ergibt sich aus diesen Versuchen, daß die Zeitdifferenz der Schallreize bei konstant bleibender Intensität der Reize die Lokalisation eindeutig bestimmt.

3. Versuch. Als Experimentum crucis drängt sich eine Verbindung der beiden geschilderten Versuche auf. Im ersten Versuche wurde der Mitteneindruck durch Änderung der Intensität des einen Schallreizes bei Gleichzeitigkeit der beiden Schallreize zum Abwandern gebracht; im zweiten Versuch wurde dieses Abwandern bei Gleichheit der Intensitäten der Schallreize allein durch Vergrößerung der Zeitdifferenz der Reize bewirkt. Nun mußte sich die Frage aufdrängen, ob nicht der durch Intensitätsschwächungen des einen Schallreizes bedingte Effekt durch eine zeitliche Früherlegung dieses Schallreizes aufgehoben werden konnte; oder umgekehrt, ob nicht der durch zeitliche Verschiebung des einen Schallreizes bedingte Effekt durch eine entsprechende Änderung seiner oder des anderen Schallreizes Intensität aufgehoben werden konnte. Beide Versuchskombinationen ließen sich leicht ausführen; sie hatten den erwarteten Erfolg.

a) Zuerst wird bei Intensitätengleichheit Mitteneindruck erzielt. Der Schallreiz in T_1 wird geschwächt; das hat ein Abwandern des Mitteneindruckes nach der anderen Seite zur Folge; nun wird der zu dem geschwächten Schallreiz gehörige Napf N_1 gesenkt; das hat für den Öffnungsschall eine kontinuierlich zunehmende Früherlegung des geschwächten Schallreizes zur Folge; dementsprechend wandert der Öffnungsschall wieder nach der Mitte hin; der Schließungsschall wandert nach dem Ohre der gleichen Kopfseite (nach T_2). Bei Mitteneindruck des Öffnungsschalles wird der zuvor eingeschaltete Widerstand wieder langsam ausgeschaltet; folglich wächst die Intensität des bisher geschwächten Reizes, der Öffnungsschall wandert langsam aus der Medianebene nach der Seite des verstärkten Schallreizes, also nach T_1, der außerdem vor dem anderen Schallreiz an dem bisher überhaupt nichts geändert war, voreilt. Nachdem mit Ausschaltung des Widerstandes der Öffnungsschall seine seitliche Endlokalisation erreicht hat, wird der Napf N_1 in umgekehrter Richtung gedreht, also gehoben, dadurch das Voreilen des zugehörigen Schallreizes beim Öffnungsschall allmählich bis zur Gleichzeitigkeit vermindert; der Öffnungsschall wandert demgemäß langsam zur Mitte zurück. Im Augenblick des Mitteneindruckes

besitzen beide Schallreize Gleichzeitigkeit und Intensitätengleichheit; d. h. Widerstand und Napf haben wieder genau die Ausgangsstellung inne.

Es ist also durchaus möglich, den Effekt der Intensitätenverminderung durch eine entsprechende zeitliche Verfrühung des geschwächten Schallreizes aufzuheben; und umgekehrt ist es möglich, wie der zweite Teil des Versuches zeigt, den Effekt der Steigerung der Intensität des voreilenden geschwächten Schallreizes durch eine Verkürzung der Zeitdifferenz des Voreilens des verstärkten Schallreizes aufzuheben.

b) Zunächst wird Mitteneindruck für Öffnungs- und Schließungsschall bewirkt. Die Schallreize sind also gleich intensiv und kommen gleichzeitig. Nun wird zunächst der Napf N_1 gesenkt; der beim Öffnungsschall zu N_1 gehörige Schallreiz eilt also dem anderen vor; der Öffnungsschall wandert nach der Seite des voreilenden Reizes, also nach T_1 hin. Nun wird dieser voreilende Reiz so lange geschwächt, bis der Öffnungsschall wieder nach der Mitte abgewandert ist. Nun wird der Napf N_2 wieder gehoben, der Öffnungsschall wandert über die Mitte hinaus nach der anderen Kopfseite; sobald N_1 seine Ausgangsstellung erreicht hat, wird der Widerstand wieder langsam ausgeschaltet; damit wandert der Öffnungsschall zurück zur Mitte.

Es ist also möglich, den Effekt der Zeitverschiebung (vermehrtes oder vermindertes Voreilen des einen Schallreizes) durch eine entsprechende Intensitätsänderung (Intensitätsab- bezw. -zunahme) an dem einen der Reize auszugleichen.

Die folgende Tabelle gibt für die Versuche 3a und 3b eine Übersicht über ihre im Text geschilderten 5 Stadien.

Tabelle 5.

	Schallreiz I		Schallreiz II	A. Öffnungsschall	Schließungsschall
1.	J_1	$=$	J_2	Mitte	Mitte
	Z	$=$	0		
2.	J_1	$<$	J_2	Kopfseite II	Kopfseite II
	Z	$=$	0		
3.	J_1	$<$	J_2	Mitte	Ohr II
	Z	$>$	0		
4.	J_1	$=$	J_2	Kopfseite I	Kopfseite II
	Z	$>$	0		
5.	J_1	$=$	J_2	Mitte	Mitte
	Z	$=$	0		

B.

	Schallreiz I		Schallreiz II	Öffnungsschall	Schließungsschall
1.	J_1 / Z	=	J_2 / 0	Mitte	Mitte
2.	J_1 / Z	= / >	J_2 / 0	Kopfseite I	Kopfseite II
3.	J_1 / Z	< / >	J_2 / 0	Mitte	Ohr II
4.	J_1 / Z	< / =	J_2 / 0	Kopfseite II	Kopfseite II
5.	J_1 / Z	= / =	J_2 / 0	Mitte	Mitte

§ 36. Aus den Versuchen 1—3b folgt der ganz allgemein gültige Satz: Die Lokalisation dichotisch gehörten Schalles hängt von der Differenz der Intensitäten und der Zeiten der momentanen Schallreize ab. Bei gleichen Intensitäten wird der Schall auf der Seite des voreilenden Reizes lokalisiert. Der Größe des Voreilens entspricht die Seitenabweichung von der Medianebene direkt, wenn auch vielleicht nicht linear. Bei Gleichzeitigkeit der Reize wird der Schall auf der Seite des intensiveren Schallreizes lokalisiert. Der Größe des Intensitätenunterschiedes entspricht die Seitenabweichung direkt, wenn auch wiederum nicht linear. Treffen »Voreilen« und »Intensitätszunahme« zusammen, so haben sie eine gleichsinnige, also verstärkte Seitenabweichung des Schalles zur Folge. Voreilen und Intensitätsabnahme desselben Schallreizes bezw. Voreilen des einen und Intensitätszunahme des anderen Schallreizes können sich in ihrem Einfluß auf die Lokalisation des Schalles kompensieren, so daß Mitteneindruck entstehen bezw. erhalten bleiben kann.

§ 37. Aus diesen Versuchen ergibt sich evident: Der von Wertheimer und v. Hornbostel aufgestellte Satz, daß die Lokalisation allein von den Zeitdifferenzen abhänge, ist in seiner Allgemeinheit falsch. Da der Widerspruch zwischen jenem Satze und meinen Ergebnissen mir unleidlich war, da die beiden Autoren keine faßbaren Angaben über ihre Versuchseinrichtungen machen, da meine eigene Versuchseinrichtung mir zu einfach erschien, als daß sie in der Literatur nicht auch schon von einem anderen hätte ausgedacht sein können, so begann ich mich in der Literatur genauer umzusehen. Dabei stieß ich auf eine Arbeit von Otto Klemm aus dem Jahre 1918. Die Klemmsche Arbeit verdient ganz besonders unsere Beachtung, denn Klemm hat hier gesondert den Einfluß binauraler Intensitäts-

und Zeitunterschiede auf die Lokalisation einwandfrei nachgewiesen. Es ist nur überraschend, daß Klemm den abschließenden Versuch, nämlich den Erfolg einer Kombination von Intensitäts- und Zeitunterschieden in einem einzigen Versuche festzustellen, nicht gemacht hat. Die technischen Mittel dazu hatte er in der Hand, und die Dringlichkeit dieses Versuches hat er gesehen; denn er schreibt (S. 109): »Man könnte fragen, ob sich innerhalb jenes Abschnittes die von den Zeitunterschieden abhängigen Seitenverschiebungen durch die entsprechenden entgegengesetzten Intensitätsunterschiede wieder aufheben lassen, — doch bin ich zu einer exakten Ausführung dieses Versuches nicht mehr gelangt.«

§ 38. Besonderes Interesse verdient die Zeitdifferenz, die erforderlich ist, um bei Gleichheit der Intensitäten eine ebenmerkliche Verschiebung des Schalles aus der Mitte zu bewirken. Da nach dem bisher Entwickelten ein »Mitteneindruck« entweder bei Gleichheit der Intensitäten und Gleichzeitigkeit im Ankommen der Schallreize oder bei Ungleichheit der Intensitäten und entsprechendem Voreilen des schwächeren Schallreizes entstehen kann, so ist bei Mittenschwellenbestimmung zu berücksichtigen, unter welchen der genannten Umstände der Mitteindruck erzielt wurde. Will man einen einzigen Zusammenschall zweier Schallreize dadurch zum Mitteneindruck machen, daß man Gleichheit der Intensitäten und Gleichzeitigkeit der Reize herstellt, so fehlen zunächst die objektiven Kriterien dafür, daß beides auch wirklich gelungen ist. Gleichzeitigkeit kann subjektiv wegen der Schwelle in Anbetracht der bei den angestrebten Zeitdifferenzmessungen sich ergebenden sehr kleinen Zeitgrößen überhaupt nicht sicher hergestellt werden. Dies ist eigentlich nur dann möglich, wenn beide Telephonhörer durch Öffnen und Schließen ein und desselben Stromes betätigt werden. Dann bedarf es noch einer Regulierung der Intensitäten. Bei dieser Anordnung ist aber nur eine gleichzeitige Änderung beider Intensitäten, und zwar in umgekehrtem Sinne möglich.

Bei dem von mir benutzten Kontaktapparat war es für die Erzielung des Mitteneindruckes von Vorteil, daß zwei Paare von Schallreizen bei Schließung und Öffnung der Ströme entstanden. Im allgemeinen werden die Glieder dieser Paare nicht gleichzeitig sein, sondern eine, wie oben schon erörtert wurde, entgegengesetzte Verschiebung haben. Dementsprechend werden sie, Gleichheit der Intensitäten der Glieder eines Paares voraus-

gesetzt, rechts und links von der Mitte lokalisiert erscheinen. Durch Drehen, d. i. Heben oder Senken des Napfes N_1 kann ein Wandern dieser beiden lokalisierten Zusammenschalle bewirkt werden im Sinne einer Annäherung oder Entfernung. Man dreht also den Napf so lange, bis der Schließungs- und Öffnungszusammenschall an derselben Stelle im Kopfe gehört werden. Damit ist Gleichzeitigkeit der Glieder eines Paares von Schallreizen wohl in der vollkommensten Weise herbeigeführt. Liegt diese Stelle des Zusammenschlages nicht in der Mitte, so wird durch eine entsprechende Intensitätsänderung der Mitteneindruck bewirkt werden können.

Um nun die Zeitdifferenz der Schallreize zu bestimmen, die der ebenmerklichen Mittenabweichung zugeordnet ist, muß der Napf N_1 gedreht werden. Das hat zur Folge, daß die Schließungs- und Öffnungsschalle nach entgegengesetzter Richtung aus der Mitte abwandern. Die Abweichung des einen Schalles aus der Mitte wird dadurch besonders leicht auffaßbar, daß gleichzeitig auch der andere Schall nach der andern Seite aus der Mitte abwandert. Es handelt sich also bei dieser Schwellenbestimmung um etwas andere Verhältnisse, als wenn z. B. nur Schließungsschalle zur Beobachtung kämen. Zur Messung des Drehwinkels des Napfes dient die an ihm befindliche graduierte Scheibe. Eine Drehung des Napfes um 360 Grad entspricht bei meiner Apparatur einer Niveauverschiebung der einen Quecksilberkuppe im Vergleich zur anderen um 5 Grad, abgelesen auf der auf dem Rade A befindlichen Kreisscheibe.

Die Versuche wurden so ausgeführt, daß der Versuchsleiter mit Kontaktapparat, Widerständen und Motor in einem anderen Zimmer saß als der Beobachter mit den Telephonhörern. Die Versuche konnten daher gänzlich unwissentlich ausgeführt werden. War nun auf die beschriebene Weise Mitteneindruck der Schließungs- und Öffnungsschalle hergestellt, so wurde N_1 so lange gedreht, bis der Beobachter ein deutliches Auseinandergehen der Schließungs- und Öffnungsschalle erkannte. Die dazu erforderliche Drehung betrug z. B. in einem Versuche, in dem ich selbst Beobachter war, ca. 5 Grad. Da die Scheibe A bei wiederholter Zählung stets 28 Umdrehungen in 10 Sekunden machte, ihre Umdrehungszeit also 0,36 Sek. betrug, so bedeuteten 5 Grad dieser Scheibe 0,36 Sek.: 72 = 0,005 Sek., also bedeuteten 5 Grad Drehung des Napfes 0,005 Sek.: 72 = 0,00007 Sek. Zeitdifferenz. Bei dieser Zeitverschiebung um 0,00007 Sek.

wurden die Schließungs- und Öffnungsschalle schon als deutlich nebeneinander rechts und links von der Mitte lokalisierte Schalle aufgefaßt. Betrug die Drehung des Napfes weniger, so wurde unter 3 Grad bezw. unter 0,000042 Sek. eine Veränderung nicht immer sicher aufgefaßt. Erst bei 3 Grad schienen Schließungs- und Öffnungsschalle nicht mehr in der Mitte zu liegen; sie schienen sich nach der Mitte hin zu überdecken; erst bei 5 Grad erschienen sie diskret nebeneinander. Dabei war die Intervallzeit zwischen Schließungs- und Öffnungsmoment etwa der halben Umdrehungszeit (0,18 Sek.) der Scheibe *A* gleich.

Die Feinheit der Beobachtung ebenmerklicher Mittenabweichungen hängt ohne Zweifel von der Übung in der Auffassung dieser Schalleindrücke ab. Von geübten Vpn. erhielt ich bei dieser Versuchsanordnung Zeitwerte für ebenmerkliche Mittenabweichungen, die bei $3 \cdot 10^{-5}$ bis $4 \cdot 10^{-5}$ Sek. liegen. Von einer Reihe weniger geübter Vpn. erhielt ich folgende Werte: $5 \cdot 10^{-5}$, $5{,}8 \cdot 10^{-5}$, $7 \cdot 10^{-5}$, $8 \cdot 10^{-5}$, $8 \cdot 10^{-5}$, $9 \cdot 10^{-5}$, $12 \cdot 10^{-5}$, $15 \cdot 10^{-5}$, $17 \cdot 10^{-5}$, $18 \cdot 10^{-5}$, $20 \cdot 10$, $30 \cdot 10^{-5}$ Sekunden.

§ 39. Es war mir sehr angenehm, um diese Zeit Herrn Generaldirektor Petersen meine Versuche zeigen zu können. Denn Herr Petersen kannte das Hornbostel-Wertheimersche Verfahren und hatte aus dem Felde reiche Erfahrung im Richtungshören. Schnell hat er sich in dem oben beschriebenen Experimentum crucis von der nur relativen Gültigkeit der sogenannten Zeittheorie überzeugt. Unsere gemeinsamen Versuche führten ihn zu mehreren für die Praxis in mannigfaltiger Hinsicht vielleicht wertvollen Modifikationen seines Minen-Hochgerätes. Da er sie in einer mir der Nummer nach nicht bekannten Patentschrift beschrieben hat, so will ich eine dieser Modifikationen hier kurz skizzieren. Zwei etwa 30 cm lange, 0,5 cm weite graduierte Schläuche, an ihrem unteren Ende durch eine mit Schrot gefüllte Glaskugel geschlossen, werden getrennt den beiden Ohren zugeführt. Mit ihren freien Enden werden sie in je ein mit Wasser gefülltes Standgefäß eingesenkt. Diese Gefäße dienen zur Aufnahme der Schallreize. Als Schallquelle kann eine auf der Unterlage der Gefäße irgendwo niedergelegte Uhr, oder ein Klopfen auf die Unterlage usw. dienen. Mit Hilfe des Petersenschen Hochgerätes lassen sich zahlreiche Untersuchungen machen, z. B. bezüglich der Schalleitungsverhältnisse in Flüssigkeitssäulen.

§ 40. Gemeinsam mit Herrn Petersen besuchte ich Herrn Dr. Stenzel, den technischen Leiter der Nachrichtenstelle bei der Tor-

pedoinspektion. Überrascht war ich, als ich von Herrn Dr. Stenzel erfuhr, daß nach seiner und nach anderer Praktiker Erfahrung die Intensitätsdifferenzen der dichotischen Schallreize — vor allem bedingt durch die Intensitätsverschiedenheit der Schallempfänger (der Mikrophone) — außer allem Zweifel von größtem Einfluß auf die Lokalisation seien. Dieses hatten v. Hornbostel und Wertheimer in ihrer Patentschrift ausdrücklich verneint. Von dem irreführenden Einfluß nicht genügend kontrollierbarer Intensitätsunterschiede, wie sie gerade durch die Empfänger bedingt sind, überzeugten wir uns an Ort und Stelle, als wir mit Hilfe eines Apparates der Atlaswerke (Patent-Klasse 74 d Gr. 6 Nr. 380117) die Richtungsbestimmung eines bekannten Unterwasserschallsignales vornahmen.

§ 41. Die Zeitdifferenz für ebenmerkliche Mittenabweichung bestimmte ich noch auf eine zweite Weise dadurch, daß ich die von einer Schallquelle kommenden Luftschwingungen durch zwei getrennte Schallwege je einem Ohre zuleitete und auf geeignete Weise die Länge der beiden Schallwege änderte. Diese IV. Versuchsanordnung ist folgende:

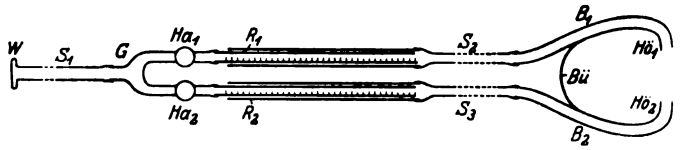


Fig. 2.

An dem Schlauche S_1 sitzt ein auf einem langen Brett festmontiertes Gabelstück G; an dessen beiden Enden befinden sich zwei Hähne Ha_1 und Ha_2; an jedem dieser Hähne sitzt eine Messingröhre R_1; jede dieser Röhren R_1 steckt in einer dicht anschließenden, verschiebbaren Röhre R_2; die Verschiebung der Röhren R_2 geschieht längs einer auf dem Brette befindlichen festen Zentimeterskala. Von den freien Enden der Röhren R_2 führen die Schläuche S_2 und S_3 nach den geschweiften Metallröhren B_1 und B_2, die durch den Bügel $Bü$ verbunden sind. Am Ende von B_1 und B_2 sind die Hörzäpfchen $Hö_1$ und $Hö_2$; diese werden in die äußeren Ohrgänge eingeführt. Es empfiehlt sich, über diese Hörzäpfchen kurze am einen Ende umgeschlagene Schlauchstücke zu streifen, da auf diese Weise ein guter Verschluß der Ohrgänge erzielt wird. Das freie Ende von S_1 wird an die Schallquelle herangeführt. Vielfach habe ich als solche eine Galtonpfeife benutzt. Die Pfeife lag dabei in ihrem

Etui; das Ende von S_1 führte ich durch die Wandung des Etuis nach der Pfeife hin. Das Etui selbst wurde zu einer sehr geeigneten Schallquelle, wenn ich es durch die Schläge des Klöppels einer elektromagnetischen Klingel erschütterte. Durch Verschieben der Röhren R_2 konnte ich die Schallwege beliebig ändern; den einen Schallweg konnte ich so kontinuierlich um über 100 cm länger machen als den andern. Durch Drehen der Hähne konnte ich die Intensitäten der Schallwellen ebenfalls zwischen einem Maximum und zwischen Null beliebig ändern.

§ 42. Um nun mit dieser Versuchsanordnung die Zeitdifferenz für minimale Mittenabweichung zu bestimmen, mußte ich bei den Versuchspersonen zunächst »Mitteneindruck« herbeiführen. Bei gleicher Länge der beiden Schallwege und bei voller Öffnung der Hähne war zu erwarten, daß die Versuchspersonen »Mitteneindruck« hatten. In Wirklichkeit zeigte es sich aber, wie schon bei den früheren Versuchen, daß das nur bei vereinzelten Versuchspersonen der Fall war; die meisten Versuchspersonen hatten eine geringe Seitenabweichung nach links oder rechts; diese rührte offenbar von einer verschiedenen Hörfähigkeit der beiden Ohren der Versuchspersonen her; ich komme darauf im III. Teil meiner Untersuchungen zurück. Für diese Versuchspersonen mußte also zunächst »Mitteneindruck« herbeigeführt werden, sei es durch Verkürzung des einen Schallwegs oder durch Schwächung der Intensität des einen Schallreizes, also durch geringes Verschieben der einen Röhre R_2 oder durch Drehen des einen Hahnes. Für eine große Anzahl von Versuchspersonen konnte ich dann feststellen, daß sie bei Verlängerung des einen Schallweges um 1 cm schon deutlich »Mittenabweichung« wahrnahmen. Dies bedeutet eine Zeitdifferenz von etwa $3 \cdot 10^{-5}$ Sek. Doch kamen auch Versuchspersonen vor, die, wie mein Töchterchen Liselotte ($8^1/_2$ Jahre alt), erst bei 3 cm Weglängendifferenz oder bei noch größeren Verschiebungen eine Mittenabweichung bemerkten. Man wird sagen dürfen, daß im allgemeinen bei $3 \cdot 10^{-5}$ Sek. Zeitdifferenz eine Mittenabweichung schon sicher beobachtet wird.

§ 43. Leicht läßt sich mit Versuchsanordnung III und IV die naheliegende Frage beantworten, in welcher Weise die Zeitdifferenz sich ändert, wenn man ausgehend von »Mitteneindruck« sukzessive fortschreitend immer wieder aufs neue ebenmerkliche Seitenabweichung beobachten läßt. Man findet, daß die Zeitdifferenzen fortgesetzt wachsen. Ich teile dafür die Reihen der

sukzessiven in Zentimetern gemessenen Verschiebungsgrößen von mehreren Beobachtern mit: Vp. Sp. 1,5; 1,25; 1,65; 1,6; 1,4; 2,6; 2,7; 3,3; 3,5; 3,5; 4; nun war der Eindruck 3—4 Finger breit hinter dem Ohre. Vp. H.: 1,5; 2; 3,5; 3,5; 3,7; 3,8; 4,5; 7,5; 17; 11; 10; 15; nun war der Eindruck 2 Finger breit seitlich von dem monotisch gehörten Schall. Vp. H. D.: 3; 3; 3; 4; 4; 5,5; 6,5; 6,5; 7; 7; 5; 6; 8; 5; nun war der Eindruck nahe beim Ohr. Vp. W.: 3; 3, 7,5; 7,5; 4; 6; 9; 9; 6; 12; 10; nun war der Eindruck 1—2 Finger breit seitlich von dem monotisch gehörten Schall.

Unter allen diesen zum Gegenstande der Beobachtung zu machenden Seitenabweichungen verdient die maximale Seitenabweichung vorzüglich unsere Beachtung. Welcher Zeitdifferenz entspricht unter der Voraussetzung, daß die Intensitäten der zusammengehörigen Reize gleich sind, eine maximale »Mittenabweichung«? Diese Frage ist nicht nur psychologisch interessant, sie hat auch für die Praxis der Bestimmung der Schallrichtung, z. B. im Schiffahrtswesen, eine große Bedeutung. Denn alle exakteren Meßinstrumente, die hier Verwendung finden, beruhen letzten Endes auf der Annahme, daß bei einer Zeitdifferenz von etwa $6 \cdot 10^{-4}$ Sek. maximale Seitenlage des dichotisch gehörten Schalles eintrete. Diese Zeitdifferenz hat man aus der Annahme abgeleitet, daß bei Freiohrbeobachtung ein maximal seitlich gehörter Schall die beiden Ohren mit einer Wegedifferenz von 21 cm erreiche. Die Strecke 21 cm entspricht ungefähr dem Abstand der Membranen zweier Telephonhörer, die fest den Ohren anliegen. Diese Strecke von 21 cm Länge wird als die bei Freiohrbeobachtung wirksame Basis bezeichnet. Von dieser Basis spricht schon Bowlker in seiner Patentschrift. Seit Bowlker berechnet man unter Zugrundelegung dieser Basis die in einem anderen Medium, z. B. im Wasser erforderliche Empfängerbasis dadurch, daß man die Freiohrbasis 21 cm mit der Zahl multipliziert (4.3 beim Wasser), die angibt, wieviel mal größer die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in dem betreffenden Medium als in Luft ist. So findet man 90 cm als wirksame Wasserbasis. Die Richtigkeit dieser Basenberechnung hängt also davon ab, daß bei $63 \cdot 10^{-5}$ Sek. Zeitdifferenz (= 21 cm Luftstrecke) tatsächlich maximale Seitenverschiebung eintritt.

§ 44. Ich bestimmte die zu dieser Seitenverschiebung erforderliche Zeitdifferenz zunächst mit Hilfe der Versuchsanordnungen III und IV. Bei Verwendung der Versuchsanordnung III

fand ich, daß bei keiner der Versuchspersonen schon bei $6 \cdot 10^{-4}$ Sek. maximale Seitenabweichung eintrat. Dies war bei allen Versuchspersonen erst bei einer weit größeren Zeitdifferenz der Fall. Für mich selbst fand ich aus wiederholten Versuchen den Mittelwert $2{,}6 \cdot 10^{-3}$ Sek. Für eine Reihe weniger oder gar nicht geübter Versuchspersonen fand ich Werte zwischen $1{,}7 \cdot 10^{-3}$ Sek. und $2{,}8 \cdot 10^{-3}$ Sek.

Die Abweichungen dieser Werte voneinander lassen sich aus mehreren Umständen verstehen. Zunächst ist es den Versuchspersonen überhaupt nicht leicht, ganz bestimmt den Moment anzugeben, in dem der Schall maximale Seitenabweichung erreicht, da der Schall in der Gegend der maximalen Seitenabweichung nicht leicht sicher angebbare Ortsveränderungen erfährt. Schon die Bahn, auf der der Schall aus der »Mitte« nach dem Ohre hin wandert, ist für die einzelne Versuchsperson keine eindeutig festliegende; sie ist eigentlich von Versuchsperson zu Versuchsperson eine recht verschiedene. Die einen Versuchspersonen haben den Mitteneindruck (das ist die Mehrzahl) im Hinterhaupte, die anderen im Scheitel, die anderen wieder (was selten ist) in der Gegend der Nasenwurzel (z. B. Prof. Swoboda-Wien, aber auch nur bei weniger lauten Eindrücken). Von jeder dieser Stellen wandert der Schall in oft sehr gewundenen Bahnen nach dem Ohre hin. Aus diesem Grunde ist es ganz unmöglich, die jeweilige Seitenabweichung etwa in Winkelgraden anzugeben. Dazu wäre ein festes Zentrum erforderlich, von dem aus der lokalisierte Schall aufgefaßt wird. Ein solches Beobachtungszentrum existiert aber keineswegs. Am sichersten geben die Versuchspersonen den Ort des lokalisierten Schalles dadurch an, daß sie ihn benennen (»im Scheitel«, »zwei Finger breit rechts davon«) oder mit dem Finger nach ihm zeigen. Je mehr sich nun der Schall dem Ohre nähert, um so mannigfaltiger kann bei derselben Versuchsperson sein Ort sein; bald nähert er sich von hinten der Ansatzstelle der Ohrmuschel, bald aber springt er von da nach dem oberen Rande dieser Ansatzstelle, usw.

§ 45. Eine besondere Schwierigkeit in der Bestimmung der weitesten Seitenabweichung wird sofort offenbar, wenn man zur Erleichterung der Beobachtung abwechselnd beide Schallreize und den Schallreiz (der in dem Ohr wirkt, nach dem der dichotisch gehörte Schall abgewandert ist) allein gibt. Dann wird es deutlich, daß zunächst die beidesmal gehörten Schalleindrücke der Richtung nach sich unterscheiden; d. h. der eine Eindruck

wird mehr oder weniger weit neben dem Ohre, der andere Eindruck aber in dem Ohre bezw. in dem äußeren Gehörgang gehört. Bei Vergrößerung der Zeitdifferenz wandert der dichotisch gehörte Schalleindruck allmählich auch in den Gehörgang; er fällt aber noch keineswegs dem Orte nach mit dem monotisch gehörten Schall zusammen; dieser wird etwas weiter draußen im Gehörgang lokalisiert. Vergrößert man die Zeitdifferenz noch weiter, so schiebt sich der dichotische Schall langsam an den monotischen Schall heran. Der »Richtung« nach unterscheiden sich die Schalle dann also nicht mehr.

In Rücksicht auf diese Verhältnisse muß der Begriff der maximalen Seitenabweichung definiert werden. Im folgenden verstehe ich — Dr. Stenzel stimmt dem zu — unter maximaler Seitenabweichung diejenige Abweichung aus der Mitte, die erreicht ist, wenn der dichotisch gehörte Schall erstmalig in gleicher »Richtung« wie der monotisch gehörte Schall, also im Gehörgang lokalisiert wird. Die hierzu erforderliche Zeitdifferenz habe ich bei einer Reihe von geübten Versuchspersonen mit Hilfe der Versuchsanordnung IV bestimmt.

§ 46. Als Schallquelle benutzte ich die Galtonpfeife, kurze Schläge auf den Schlauch S_1 und das Klopfen des Klöppels einer elektrischen Klingel auf das Etui der Galtonpfeife; diese letzte Schallerzeugung war sehr zweckmäßig; sie lieferte ausgezeichnet scharf lokalisierte Schalleindrücke. Besonders vorteilhaft war es, daß ich durch Unterbrechung des Stromes der Klingel die Dauer dieser Schallreize beliebig verändern konnte; ich konnte einmalige kurze Schläge, wie ganze Serien solcher geben. Wegen der Phasenverschiebungen habe ich Schallquellen (wie Stimmgabeln usw.), die langdauernde Töne liefern, vermieden.

Zunächst stellte ich bei 12 Versuchspersonen fest, wo die Versuchspersonen bei einer Wegedifferenz von 21 cm den Schall hörten. Keine Versuchsperson hörte den Schall in maximaler Seitenabweichung; mehr oder weniger übereinstimmend hörten sie den Schall etwa eine Handbreit seitlich von der Mitte der Hinterhauptgegend oder der Scheitelgegend. Bis zum Ohr war es also noch ein weiter Weg. Bei 73 cm Wegedifferenz hatte sich der Schall auf ein bis zwei Finger breit der Ansatzstelle der Ohrmuschel genähert. Erst bei 81 cm bis 107 cm wurde der dichotische Schall erstmalig in gleicher Richtung mit dem monotischen Schall gehört. Die Angaben sind hier von Versuchsperson zu Versuchsperson verschieden. Als den wahrschein-

lichsten Wert möchte ich den Wert 86 cm bis 93 cm ansehen. Diesen Werten entspricht unter Berücksichtigung der Schallgeschwindigkeit in der Röhrenleitung (vgl. § 76) eine Zeitdifferenz von $2{,}6 \cdot 10^{-3}$ Sek. bis $2{,}8 \cdot 10^{-3}$ Sek.

Berechnet man aus den oben (§ 44) mitgeteilten Zeitdifferenzen für maximale Seitenabweichung die entsprechenden Luftstrecken, so gehört zur Zeitdifferenz $2{,}6 \cdot 10^{-3}$ Sek. eine Luftstrecke $2{,}6 \cdot 10^{-3} : 3 \cdot 10^{-5} = 87$ cm; d. h. die nach den voneinander unabhängigen Methoden III und IV gefundenen Zeitdifferenzen und Luftstrecken für maximale Seitenabweichung stimmen gut miteinander überein.

Auf keinen Fall darf 63.10^{-5} Sek. als die Zeitdifferenz maximaler Seitenabweichung angesehen werden; daher darf auch die Luftstrecke 21 cm nicht als die für Freiohrbeobachtung wirksame Basis bezeichnet werden; die wirksame Luftbasis muß etwa 90 cm betragen, vorausgesetzt, daß die Intensitäten gleich sind.

§ 47. Von diesen meinen Beobachtungen machte ich Dr. Stenzel Mitteilung. Da er vor allem aus praktischen Gründen an der Größe der Luftbasis sehr interessiert war, hängt doch von ihr die Größe der Wasserbasis ab, so gingen wir gemeinsam daran, die wirksame Luft- und Wasserbasis nach neuen Methoden zu bestimmen. Diese Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen. Wir finden für Luft ca. 88 cm bis 90 cm, für Wasser 4 m als wirksame Empfängerbasis.

Aus allen Versuchen geht also hervor, daß der lokalisierte Momentanschall nicht schon bei $21 \cdot 3 \cdot 10^{-5}$ Sek., sondern erst bei ca. $90 \cdot 3 \cdot 10^{-5}$ Sek. Zeitdifferenz der Schallreize seine maximale Abweichung aus der Medianebene erreicht.

§ 48. Neuerdings hat sich zu dieser Frage auch H. Hecht-Kiel[1]) geäußert. H. Hecht bezeichnet den von der Ohrbasis 21 cm abgeleiteten Wert $6 \cdot 10^{-4}$ Sek. als die der maximalen Seitenabweichung entsprechende Zeitdifferenz. Aus der Darstellung von H. Hecht ist nicht sicher zu ersehen, ob er diese Zeitgröße aus eigenen Beobachtungen gewonnen hat, oder ob er sie der Literatur entnommen hat. Die Zeitdifferenz $6 \cdot 10^{-4}$ Sek. kann aber auf keinen Fall als die in Frage stehende Zeitdifferenz anerkannt werden. Daraus folgt auch, daß 21 cm nicht die nach der Zeittheorie bei Freiohrbeobachtung wirksame Basis sein kann, sowie daß die Basis für Wasser oder ein anderes Medium

1) H. Hecht, Über die Lokalisation von Schallquellen, Die Naturwissenschaften 1922, Heft 5.

nicht aus einer Multiplikation von 21 cm mit der Verhältniszahl = (Fortpflanzungsgeschw. des Schalles im Medium : Fortpflanzungsgeschw. des Schalles in Luft) richtig berechnet wird.

§ 49. Von besonderem psychologischen Interesse ist die Antwort auf die Frage, wie weit die Zeitdifferenz der Schallreize über ca. $2{,}64 \cdot 10^{-3}$ Sek. vergrößert werden muß, wenn der lokalisierte Zusammenschall in eine ebenmerkliche Sukzession von zwei Einzelschallen übergehen soll. H. Hecht teilt dafür die Zeitdifferenz ca. $12 \cdot 10^{-4}$ Sek. = 0,0012 Sek. mit. Diese Zeitdifferenz ist noch nicht so groß wie die von uns für maximale Seitenabweichungen gefundene Zeitdifferenz $2{,}6 \cdot 10^{-3}$ Sek.

Mit Hilfe des Helmholtzpendels (Versuchsanordnung V) stellten Dr. Stenzel und ich fest, daß bei einem Abstande der Kontakte von 42 mm (oder einem Luftwege von 462 cm) Vp. S. und ich noch einen einzigen Schalleindruck hatten; Vp. R. hörte einen einzigen Schall, der eine sehr schnelle Scheinbewegung vom rechten Ohre nach dem linken machte. Objektiv kam der Schallreiz des linken Ohres zuerst. Offenbar hängt die Richtung der Schallwanderung bei Vp. R. mit der Beachtungsrichtung zusammen, was schon Bethe in Versuchen mit optischen Eindrücken gezeigt hat. Bei 56 mm Abstand der Kontakte (613 cm Luftweg) hörten alle vier Beobachter Sukzession; doch war sie nicht immer gleich deutlich; bisweilen schien noch kein vollkommener Zerfall des Zusammenschalles eingetreten zu sein. Bei 50 mm Abstand der Kontakte (550 cm Luftweg) hörten die vier Beobachter noch einen einzigen Schall, der eine sehr schnelle Scheinbewegung durch den Kopf vom linken nach dem rechten Ohre machte.

Offenbar lag die Grenze, bei der sich der Zusammenschall in eine Sukzession auflöste, zwischen 50 mm und 56 mm, d. h. die Zeitschwelle, bei der der Zusammenschall sich in eine Sukzession auflöste, lag über $550 \cdot 3 \cdot 10^{-5}$ Sek., also über $16{,}5 \cdot 10^{-3}$ Sek. bzw. über $^1/_{60}$ Sek. und unter $616 \cdot 3 \cdot 10^{-5} = 19{,}5 \cdot 10^{-3}$ Sek. $= {}^1/_{54}$ Sek. Diese Zahl stimmt mit der von H. Hecht angegebenen Zahl der Dimension nach nicht überein; wohl aber paßt sie zu dem Werte $^1/_{60}$ Sek., den ich früher als Wert der Zeitschwelle aus dem Weberschen Taschenuhrenversuch gefunden und erprobt hatte.

§ 50. Betrachten wir zusammenfassend das dichotische Hören allein in seiner Abhängigkeit von den zeitlichen Verhältnissen der Schallreize, so konstatieren wir zwischen 0 Sek. und 0,00003 Sek. Mitteneindruck, bei 0,00003 Sek. bis 0,00004 Sek. eben-

merkliche Mittenabweichung, bei 0,0026 Sek. maximale Seitenabweichung, unterhalb von 0,0165 Sek. Scheinbewegung von Ohr zu Ohr, zwischen 0,0165 Sek. und 0,0185 Sek. Zerfall des Zusammenschalles in eine Sukzession zweier Einzelschalle.

§ 51. In Erwägung der sehr kleinen Zeitdifferenzen, die den genannten Schallphänomenen zugeordnet sind, ist die Frage berechtigt, ob mittels der jeweiligen Schallphänomene die ihnen zugehörigen Zeitdifferenzen selbst zur Wahrnehmung gelangen. H. Hecht vertritt anscheinend diese Auffassung, wenn er schreibt: »Die in der Natur vom Menschen beobachtbare Zeitdifferenz liegt also zwischen 0 und $6 \cdot 10^{-4}$ Sek.«, oder: »dieser eben noch wahrnehmbaren Zeitdifferenz von $3 \cdot 10^{-5}$ Sek. entsprechen daher usw.«. Liegt hier wirklich eine Wahrnehmung kleinster Zeitdifferenzen oder kleinster Zeitstrecken vor? M. E. ist diese Frage unbedingt zu verneinen. Phänomenal gegeben sind allein Schalleindrücke bestimmter Qualität. Sie haben mit der Wahrnehmung von Zeitstrecken nicht das mindeste zu tun; können sie doch bei Gleichzeitigkeit der Schallreize in gleicher Qualität allein durch Intensitätsänderungen bewirkt werden! Die Phänomene des Mitteneindrucks, der Mittenabweichung sind im besten Falle — in dem nämlich bekannt ist, daß Intensitätengleichheit besteht — der Erkenntnisgrund für einen Schluß auf die zeitliche Ordnung der Schallreize. In jedem anderen Falle ist ein solcher Schluß höchst fragwürdig.

§ 51a. Da auch v. Kries der Ansicht zuneigt, daß wir Zeitstrecken wahrnehmen, so ging ich nun wieder auf seine diesbezüglichen Ausführungen in seiner »Allgemeinen Sinnenphysiologie« zurück. v. Kries spricht von Sprüngen der Aufmerksamkeit. Bei der angeblichen Wahrnehmung von Zeitstrecken von der Größe $3 \cdot 10^{-5}$ Sek. oder $3 \cdot 10^{-4}$ Sek. kann es sich unmöglich um Aufmerksamkeitssprünge handeln, wo solche nach v. Kries schon bei viel größeren Zeitdifferenzen, wie sie im Weberschen Versuch vorkommen, unmöglich sein sollen.

Da stieß ich Seite 175/176 auf den Satz: »Wenn der das rechte und linke Ohr treffende Reiz genau zusammenfallen, so entsteht unter den im Versuch gegebenen Umständen, sofern beide Schalle gleich stark sind, der Eindruck, daß die Schallquelle sich im Innern des Kopfes, und zwar genau in der Mitte befindet.« Hier fand ich also ganz bestimmt ausgesprochen,

daß die Mittenlokalisation nicht nur von der Gleichzeitigkeit der Reize, sondern auch von der Gleichheit der Intensitäten abhinge. Da v. Kries den Einfluß der Intensitäten hier nicht mehr weiter erläutert, so ging ich auf seine von ihm Seite 170 zitierte frühere Abhandlung aus dem Jahre 1913 zurück. Hier fand ich Seite 363 folgenden Passus:

»Wie vorhin angedeutet, ergaben die Beobachtungen dabei noch einige weitere Absonderheiten. Bekanntlich hängt die subjektive Lokalisation der Schallquelle von dem Stärkeverhältnis des dem rechten und dem linken Ohr zugeführten Reizes ab. Es zeigte sich nun, daß in ganz ähnlicher Weise auch das Zeitverhältnis dabei in Betracht kommt, sodaß (selbstverständlich nur bei sehr kleinen Zeitunterschieden) die Schallquelle nach der Seite desjenigen Ohres verschoben erscheint, das den Reiz früher erhält. Wie zu erwarten, lassen sich demgemäß auch Unterschiede der Stärke innerhalb gewisser Grenzen durch solche der Zeit ausgleichen; die Schallquelle erscheint in der Mitte, wenn z. B. der Reiz des rechten Ohres etwas später eintrifft, dafür aber etwas stärker ist als der des linken usw.«. Damit hat v. Kries klar den Einfluß gekennzeichnet, den Intensitäten und Zeitfolge auf die dichotische Lokalisation von kurzdauernden Schalleindrücken besitzen. Das Phänomen ist freilich nicht richtig beschrieben, wenn v. Kries von einer Lokalisation der »Schallquelle« spricht; denn es handelt sich durchaus nur um das Phänomen lokalisierter Schalleindrücke, die den Sehdingen auf optischem Gebiete entsprechen und zutreffend als Hördinge bezeichnet werden könnten. Die Lokalisation dieser Hördinge findet statt, auch wenn die Schallquellen ev. draußen im Raume gesehen werden. So kann ja auch bei dem Weberschen Taschenuhrenversuch der wandernde lokalisierte Zusammenschlag und zugleich das Ticken der einen oder der anderen Uhr vor dem einen oder dem anderen Ohr gehört werden. Die Uhren als Schallquellen werden dabei von ihrem Ticken und dieses wird von dem Zusammenschlag wohl unterschieden.

§ 52. Ich fasse die Ergebnisse des II. Teiles kurz zusammen. In Übereinstimmung mit den Beobachtungen von v. Kries und O. Klemm und den von Dr. Stenzel und andern Praktikern gemachten Er-

fahrungen darf ich sagen, daß die Schallokalisation bei dichotisch aufgenommenen kurzdauernden Reizen sowohl von den Intensitätsdifferenzen wie von den Zeitdifferenzen der Reize abhängt. Beide können sich in ihrem Lokalisationseffekte je nachdem unterstützen oder mehr oder weniger aufheben. Die Zeitdifferenz für maximale Mittenabweichung beträgt nicht $63 \cdot 10^{-5}$ Sek., sondern ungefähr $2{,}6 \cdot 10^{-3}$ Sek.; daher beträgt die wirksame Luftbasis nicht 21 cm, wie bisher allgemein angenommen wird, sondern ca. 90 cm.

Die »Zeittheorie« von v. Hornbostel und Wertheimer erfährt eine Bestätigung, sofern sie (wie schon Bowlker) in der Zeitdifferenz der Reize eine wesentliche Bedingung für die Lokalisation angibt. Sie ist unzutreffend, sofern sie den Einfluß der Intensitätendifferenz der Reize bestreitet.

III. Teil.

Über einige Eigentümlichkeiten des dichotischen Hörens besonders bei Schwerhörigkeit und bei unterschwelligen Reizen.

§ 53. Wenn ich in der Schilderung meiner bisherigen Versuche bisweilen sagte, daß bei Gleichzeitigkeit der Reize und objektiver Gleichheit ihrer Intensitäten »Mitteneindruck« eintrete, so entsprach das nicht ganz den Tatsachen. Denn immer wieder beobachtete ich, daß unter diesen Umständen nur für ganz wenige Versuchspersonen vollkommener »Mitteneindruck« vorhanden war. Für die meisten hatte der Eindruck eine geringe Seitenabweichung. Wollte ich diesen Versuchspersonen Mitteneindruck verschaffen, so mußte ich den einen der beiden Schallreize schwächen bezw. den andern verstärken. Ließ ich daraufhin die beiden Telephonhörer vertauschen, so trat aufs neue Seitenabweichung ein. Die Beträge der Abweichung waren zwar nie sehr groß; doch waren sie stets ebenmerklich. Diese Abweichungen konnten ihren Grund nur in der verschiedenen Hörfähigkeit der beiden Ohren der Beobachter haben. Es war zu erwarten, daß Personen mit einer ausgesprochenen einseitigen Schwerhörigkeit bei Gleichzeitigkeit der Schallreize und Gleichheit ihrer Intensitäten viel stärkere Seitenabweichungen erfahren würden. Es spricht für die Güte

der Beobachtung, daß schon J. Bowlker[1]) den Einfluß der verschiedenen Hörfähigkeit beider Ohren auf die Lokalisation bei seinen andersgearteten Versuchen konstatierte. Er schreibt: »Ich war also mit Bezug auf mein Gehör unsymmetrisch und ich habe dasselbe an anderen beobachtet.«

§ 54. Die ersten Versuche mit Schwerhörigen machte ich mit Versuchsperson Str. Bei dieser Versuchsperson waren die Gehörknöchelchen des linken Ohres verknöchert. Die Versuchsperson war also auf dem linken Ohr beträchtlich schwerhörig. Da ich ihre Mitteneinstellungen mit denen von mir vergleichen wollte, so nahm ich als Maß für die jeweiligen Intensitäten die Größe des Widerstandes W_1 bezw. W_2, der jeweils bei Versuchsanordnung III in den linken bezw. rechten Stromkreis eingeschaltet werden mußte. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Verhältnisse bei drei Versuchen.

Tabelle 6.

	W_2	W_1 für Vp. Str.	W_1 für Vp. Wi.
1. Versuch .	$\frac{1}{1}$ eingeschaltet	225 Ohm »Mitte«, vertauscht »rechts«	225 Ohm links, 775 Ohm »Mitte«
2. Versuch .	$\frac{1}{2}$ „	0 Ohm »Mitte«	0 Ohm links, 380 Ohm Mitte
3. Versuch .	0 „	0 Ohm rechts, vertauscht »Mitte«	

Beim ersten Versuch machte ich durch Einschalten des vollen Widerstandes W_2 den Schallreiz des rechten Ohres zunächst ganz schwach; bei unwissentlichem Verfahren für Versuchsperson Str. regulierte ich W_1 so lange, bis die Versuchsperson bei 225 Ohm Mitteneindruck hatte. Diese Einstellung ergab für mich ausgesprochen Linkseindruck. Nun regulierte Versuchsperson Str. W_1 so lange, bis für mich bei 775 Ohm Mitteneindruck eintrat. Als nun bei dieser Einstellung der Widerstände wiederum Str. beobachtete, hatte sie ausgesprochenen Rechtseindruck. Also mußte ich bei W_1 Widerstand ausschalten, bei 225 Ohm hatte Versuchsperson Str. wieder Mitteneindruck. Als ich nun Versuchsperson Str. aufforderte, die beiden Hörer zu vertauschen, gab sie sehr überrascht an, daß sie jetzt keinen Mitteneindruck,

1) Bowlker, Über die Faktoren, die zur Bestimmung der Schallrichtung dienen, 1908.

sondern ausgesprochenen Rechtseindruck hatte. Nach der Intensitätendifferenz war das zu erwarten.

Bei einem zweiten ähnlichen Versuche erhöhte ich die Intensität des Schallreizes des rechten Ohres, indem ich W_2 zur Hälfte ausschaltete. Entsprechend mußte auch W_1 geändert werden. Bei W_1 gleich 0 Ohm trat für Versuchsperson Str. Mitteneindruck ein; für mich mußte W_1 gleich 380 Ohm sein, damit ich Mitteneindruck erhielt. Vertauschung der beiden Hörer hatte bei Versuchsperson Str. wieder ausgesprochenen Rechtseindruck zur Folge. Dieser Rechtseindruck wurde zum Mitteneindruck, wenn der nunmehr dem linken Ohre zukommende Schallreiz verstärkt wurde. Das geschah durch Ausschaltung von W_2.

Da bei diesen Versuchen mit Versuchsperson Str. die Schallreize gleichzeitig kamen, ist es klar, daß die Lokalisationsänderungen allein von den Intensitäten abhingen. Intensitätsdifferenzen, die Mitteneindruck bewirkten, hatten bei Vertauschung der Hörer stets ausgesprochenen Rechtseindruck zur Folge, der dann wieder durch Verstärkung der Intensität des dem weniger empfindlichen linken Ohre zukommenden Schallreizes zum Mitteneindruck abgewandelt werden konnte.

§ 55. Bei der bisher verwandten Versuchsanordnung III waren die Widerstände W_1 und W_2 und die zugehörigen Telephonhörer hintereinander geschaltet. Für Änderung der Intensitäten zwischen 0 und einem Maximum erwies es sich als sehr vorteilhaft, die Widerstände parallel zu schalten. Dazu benutzte ich sogenannte Parallelohmwiderstände, wie sie von der Signalgesellschaft Kiel gebaut werden. Diese hatten den einen Übelstand, daß sie nur eine sprunghafte, freilich mit sehr zahlreichen kleinen Abstufungen vor sich gehende Änderung der Intensitäten gestatteten. Als eine für die kontinuierliche Abstufung der Intensitäten bei Gleichzeitigkeit der Reize sehr geeignete Einrichtung erwies sich folgende. Da sie mit einfachen Mitteln zu beschaffen ist, keine Widerstände verlangt und den angegebenen Zwecken sehr gut dient, da sie vor allem dem Ohrenarzt eine einfache Apparatur an die Hand gibt, so will ich sie ausführlich beschreiben. Sie kann als »Akustische Bank« bezeichnet werden.

Auf der Rinne RR (256 cm lang, 15 cm breit, 0,5 cm tief) ist in der Mitte die primäre Spule PS eines Du Bois Reymondschen Schlittenapparates montiert. Auf der rechten und linken Hälfte der Rinne sind zwei einander ganz gleiche zu PS passende sekundäre Spulen $SS\,\mathrm{I}$ und $SS\,\mathrm{II}$ längs der in Zentimeter ein-

geteilten Bank fast geräuschlos zu verschieben. Diese beiden Spulen sind mit den Punkten 1,2 und 3,4 verbunden. Von den Polen 1 und 2 bezw. 3 und 4 gehen Leitungen in der in der Figur

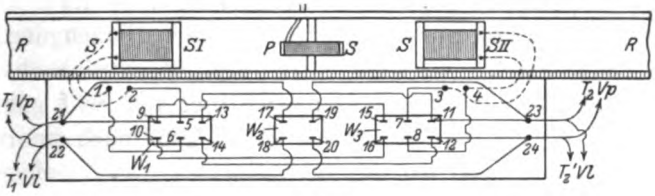


Fig. 3.

angegebenen Weise nach den Wippen I, II und III, und von da nach den Klemmen 21, 22 und 23, 24. An diese Klemmen sind 2 Paare von Doppelkopfhörern angeschlossen, und zwar T_1, T_2 für die Versuchsperson, und T'_1, T'_2 für den Versuchsleiter. In einem Nebenraum befindet sich die Stromquelle und ein Wagnerscher Hammer. Der Strom geht durch diesen, von da nach *PS*. Jeder Stromstoß induziert in *SS* I und *SS* II einen Strom, der in den Telephonhörern einen Schall erzeugt. Durch Verschieben der Spulen *SS* I und *SS* II lassen sich die Stromstärken und damit die Intensitäten der Schallreize zwischen 0 und einem Maximum beliebig ändern. Wird der Strom in *PS* bei allen Versuchen konstant gehalten, so ist der Abstand einer Sekundärspule von *PS* ein Maß für die Intensität des zugehörigen Telephonschalles. Ist die Anzahl der Unterbrechungen im Wagnerschen Hammer pro Sekunde nicht groß, so hört man ein leises Surren bei großem Abstande von *SS*, ein lautes Knattern bei kleinem Abstande. Erhöht man die Anzahl der Unterbrechungen des Wagnerschen Hammers, so geht das Geräusch in den Telephonen allmählich in einen Ton über. Verwendet man statt des Wagnerschen Hammers eine elektromagnetisch betriebene Stimmgabel (256 Schwingungen) als Stromunterbrecher, so hört man einen Ton von fester Tonhöhe und variabler Intensität. Statt der genannten Solenoidspulen lassen sich vorteilhaft vertikalparallel gestellte Scheibenspulen benutzen, wie sie bei Rundfunkempfängern zur Anwendung kommen. Man kann sie sich leicht selbst herstellen, indem man auf Hartgummischeiben von ca. 10—20 cm Durchmesser mit 5—7 gleichabstehenden radialen Schlitzen isolierte Kupferdrähte bestimmter Länge aufwickelt. Eine solche Primärspule enthält z. B. 54 m Kupferdraht von 0,5 mm Dicke; eine Sekundärspule enthält 160 m Draht von

0,1 mm Dicke. Die Venwendung solcher Scheiben bietet den Vorteil, die Annäherung der Sekundärspulen an die Primärspulen bis zum Abstand 0 exakt vornehmen zu können.

Die drei Wippen gestatten folgende Verteilung der Sekundärströme auf die Hörer und entsprechende Schallerzeugung:

Schaltung I. W_1 wird nach links, W_3 wird nach rechts gelegt und W_2 aufrecht gestellt; der Strom von *SS* I geht nach den linken Hörern, der Strom von *SS* II geht nach den rechten Hörern.

Schaltung II. W_1 wird nach rechts, W_3 nach links umgelegt, W_2 aufrecht gestellt; der Strom von *SS* I geht nach den rechten, der von *SS* II nach den linken Hörern. Die Ströme sind also gekreuzt.

Schaltung III. W_1 wird nach links gelegt, W_2 geschlossen, W_3 hochgestellt; der Strom von *SS* I geht nach den linken und den rechten Hörern.

Schaltung IV. W_1 wird hochgestellt, W_2 geschlossen, W_3 nach rechts gelegt; der Strom von *SS* II geht nach den rechten und den linken Hörern.

Schaltung V. W_1 wird nach links gelegt, W_2 und W_3 werden hochgestellt; der Strom von *SS* I geht nur nach den linken Hörern.

Schaltung VI. W_1 und W_2 werden hochgestellt; W_3 nach rechts gelegt; der Strom von *SS* II geht allein nach den rechten Hörern.

Die Doppelkopfhörer T_1 und T_2 erhält die zu prüfende Person, die ihren Rücken der Akustischen Bank zukehren muß, die Doppelkopfhörer T'_1 und T'_2 erhält der Versuchsleiter. Auf diese Weise ist der Versuchsleiter in der Lage, die Aussagen der Versuchspersonen durch paralleles Abhören zu verfolgen und zu kontrollieren.

§ 56. Bei den folgenden Versuchen ist zunächst Bedingung, daß die beiden Telephone eines Doppelkopfhörers gleich gebaut sind und gleich funktionieren, also bei gleichen Widerständen und Stromverhältnissen gleich intensive Schalle liefern. Dies läßt sich mit der Versuchsanordnung IV und ihren verschiedenen Schaltungsmöglichkeiten prüfen. Weiß man, daß die Hörer gleich sind, so geben die Schaltungen III und IV ein Mittel zur raschen Diagnose der verschiedenen Hörfähigkeit der beiden Ohren; nur bei gleicher Hörfähigkeit wird der Schall bei diesen nacheinander vorgenommenen Schaltungen in der Mitte lokalisiert werden

können; wird aber der Schall beidesmal seitlich lokalisiert, so ist das Ohr der anderen Kopfseite relativ schwerhörig.

§ 57. Unter der Voraussetzung, daß gleiche Hörer und gleiche Sekundärspulen vorhanden sind, bietet die vorliegende Einrichtung mehrere Untersuchungsmöglichkeiten: Erstens läßt sich die relative Schwerhörigkeit bei variablen Intensitäten prüfen. Zweitens läßt sich das Phänomen des Mitteneindrucks bei relativer Schwerhörigkeit in seiner Abhängkeit von den Intensitäten untersuchen. Drittens kann der Einfluß unterschwelliger Reize im normal- oder schwerhörigen Ohre auf die phänomenale Intensität und Lokalisation von Schalleindrücken, die durch unter- oder überschwellige Reize bestimmt sind, untersucht werden. Viertens können etwaige Veränderungen der Hörfähigkeit von Tag zu Tag in Abhängigkeit von Erkrankungen kontrolliert werden. Fünftens kann die Hörfähigkeit verschiedener Personen miteinander verglichen werden. Sechstens können Simulanten, die Schwerhörigkeit oder Taubheit auf einem Ohre angeben, leicht überführt werden. Leicht läßt sich die Versuchsanordnung VI mit der Versuchsanordnung IV kombinieren.

§ 58. Die Brauchbarkeit der vorstehend angegebenen Untersuchungseinrichtung dürfte sich aus der Untersuchung des folgenden Falles ergeben, den ich statt vieler als Beispiel ausführlich mitteile.

Zur Untersuchung kam Erna Horstmann, 16 Jahre alt, Patientin der Ohrenklinik Kiel. Ihr Befund war folgender: Rechtes Ohr: Fast Totaldefekt des Trommelfells; Gehörknöchelchen fehlen bis auf den Steigbügel; Flüstersprache 0,2 m. Linkes Ohr: Trommelfell retrahiert; $\triangle$ Reflex verkürzt; Flüstersprache 3 m; leichte sogenannte kombinierte Schwerhörigkeit. Mittelohrschwerhörigkeit und Nervenschwerhörigkeit, Töne unter G_2, Töne über a^6 fallen aus. Patientin neigt dazu, falsche Angaben zu machen, um ihren Fall gravierend erscheinen zu lassen.

Ich bemerke ausdrücklich, daß ich alle Versuche für die Versuchsperson unwissentlich ausführte. Zunächst gab ich der Patientin, da ich mich über die besonderen Verhältnisse ihrer Schwerhörigkeit absichtlich nicht orientiert hatte, den Schall im linken Ohr in mittlerer Stärke; sodann bewegte ich die rechte Spule in rhythmischer Folge aus großer Entfernung nach dem Nullpunkte hin und wieder von ihm weg. Erfahrungsgemäß beobachtet dann auch eine ganz unerfahrene Versuchsperson das Wandern des Schalles durch den Kopf hindurch. Die

Patientin sagte auch sogleich aus, daß sie ein Wandern des Schalles durch den Kopf beobachte. Es war also zunächst klar, daß die Patientin auf keinem der Ohren taub sein konnte. Über das Wandern war die Patientin verwundert. Sehr bequem konstatierte ich, daß die Patientin bei einem sehr viel geringeren Abstande der Spule *SS*II vom Nullpunkt Mitte angab, als der Abstand *SS*I vom Nullpunkt betrug. Patientin mußte also auf dem rechten Ohre relativ beträchtlich schwerhörig sein. Danach bestimmte ich für beide Ohren die untere Hörgrenze. Sie lag für das linke Ohr bei 108 cm, für das rechte Ohr bei 23 cm. Nun erst begann ich systematisch Mitteneinstellungen vorzunehmen. Zunächst wählte ich stets für *SS*II feste Abstände und suchte die entsprechenden Abstände für *SS*I. In den folgenden Übersichten, welche die Ergebnisse zweier Versuchsreihen enthalten, bedeuten die Zahlen der ersten Reihe die Abstände für das rechte Ohr, die der zweiten Reihe die jeweils zugehörigen Abstände für das linke Ohr, die der dritten Reihe das Verhältnis eines linken zum entsprechenden rechten Abstande.

Versuchsreihe 1.

7	9	11	9	11	13	15	18	21	23	25	25
16	22	22	17	22	28	36	47	50	56	65	60—69
2,3	2,4	2	1,9	2	2,2	2,4	2,6	2,4	2,4	2,6	2,6

Versuchsreihe 2.

7	11	13	15	18	21	23
13	18—22	22—23	21—23	28—30	42	42
1,8	1,6—2	1,7—1,8	1,4—1,5	1,6	2	1,8

Aus beiden Versuchsreihen geht hervor, daß die Abstände der Spulen bis zu einem gewissen Grade ein konstantes Verhältnis haben. In der ersten Versuchsreihe ist die Verhältniszahl größer als in der zweiten. In Berücksichtigung der Hörgrenzen wäre ein anderes Abhängigkeitsverhältnis zu erwarten gewesen; dem Abstande 23 (der Hörgrenze für das rechte Ohr) hätte links etwa 108 cm entsprechen müssen; dies war nun aber nicht der Fall, in der zweiten Versuchsreihe noch weniger als in der ersten. Die Angaben der Versuchsperson waren stets sehr sicher und richtig. So machte sie, um davon eine Probe mitzuteilen, ganz richtig folgende Angaben bei einem unter Belassung des zuletzt eingestellten Abstandes der Spule *SS*I vollzogenen Übergang der Spule *SS*II (Versuchsreihe 1) von

9 cm auf 11 cm: drei Finger breit nach links aus der Mitte,
11 cm auf 13 cm: ein Finger breit nach links,
13 cm auf 15 cm: drei Finger breit nach links,
15 cm auf 17 cm: dicht an der Mitte,
23 cm auf 25 cm: drei Finger breit nach links.

In der zweiten Versuchsreihe hatte die Versuchsperson für rechts 11 cm und links 18—22 cm »Mitte«; sie gab sicher an: »Rechtseindruck« für Abstände, die größer als 22 waren. Ebenso bei rechts 18 cm und links 28—30 cm gab sie sicher Linkseindruck für Abstände, die kleiner als 28 waren.

Der überraschende Umstand, daß die Patientin in der ersten Versuchsreihe für den unter der rechten Hörgrenze befindlichen Abstand 26 cm noch Mitteneindruck angab, veranlaßte mich zu der dritten Versuchsreihe, in der ich mich absichtlich in das Gebiet unter der Hörgrenze begab.

Versuchsreihe 3.

Die erste Zahl bedeutet den linken Abstand, die zweite Zahl den rechten Abstand. Bei 42 cm / 23 cm hatte Versuchsperson Mitte; ich ging rechts über auf 26 cm; das ergab: ein bis zwei Finger breit nach links!, ich ging wieder links über auf 54: 54/26 ergab Mitte; ich ging rechts über auf 28: 54/28 ergab: drei Finger breit nach links; ich ging links auf 71: 71/28 ergab Mitte; ich ging rechts zurück auf 26, das ergab: bißchen (ein bis zwei Finger breit) nach rechts; ich ging links zurück bis 54: 54/26 ergab Mitte; ich ging rechts nach 27: 54/27 ergab bißchen nach links; ich nahm den linken Schallreiz ganz weg: Nun hört die Patientin überhaupt nichts; ich gab den linken Schallreiz wieder hinzu im Abstand 54: Patientin hatte wieder Mitteneindruck. Bei diesen und ähnlichen Versuchen hatte die Patientin Mitteneindruck, obwohl die rechtsseitigen Schallreize unter der Schwelle lagen. Bei Änderung dieser Reize im Sinne einer Verstärkung oder einer Schwächung gab die Patientin stets richtig die Richtung des Wanderns des Schalles aus der Mitte oder nach der Mitte an. Dabei hatte Versuchsperson keine Ahnung von der technischen Gestaltung, von der Änderung der Abstände usw.

Wie sind diese Befunde zu verstehen? Soll man annehmen, daß durch die linksseitigen überschwelligen (mäßig starken) Schallreize die Aufnahmefähigkeit des rechten schwerhörigen

Ohres für Reize so erhöht wurde, daß auch an sich unterschwellige Reize in ihm noch wirksam wurden?

Nach 8 Tagen untersuchte ich die Patientin wieder. Die Hörgrenze lag für das linke Ohr bei 109 cm bis 110 cm, für das rechte Ohr bei 15 cm bis 16 cm. Für das rechte Ohr lag also diesmal die Hörgrenze beträchtlich höher. Wir werden den sehr einfachen Grund dafür erfahren.

Versuchsreihe 4.

Es kam mir darauf an, die Wirksamkeit bezw. das Wirksamwerden unterschwelliger Reize in dem rechten Ohre genauer zu untersuchen. Es ergab: 22/6 cm Mitte; 29/8 halblinks; 36/11 links nahe Mitte, 48/14 links nahe Mitte, 71/22 nahe Mitte, 71/30 ist zwei bis drei Finger breit nach links gegangen; 39/11 Mitte; 39/9 ein bißchen weiter nach rechts von Mitte; 47/13 Mitte; 47/17 etwas auf der linken Seite; 62/17 Mitte; 62/21 links; 75/21 Mitte; 50—54/14 Mitte; bei wiederholter Variation auf der rechten bezw. linken Seite ergab 50/14 immer wieder Mitte; 50/16 bißchen nach links; 50 weggeschaltet, 16 allein: nichts wird gehört; Wiederholung dieses Versuches führt zum gleichen Ergebnis; 62/14 rechts hinterm Ohr; 86/14 rechts; 86/21,5 ergibt Mitte; 86 weggeschaltet, 21,5 allein vorhanden: es wird nichts gehört; 86/22 Mitte, 22 weg: Ton im linken Ohr, 22 wieder dazu: Ton noch links, aber weiter zur Mitte, 22 weg: Ton links, 22 dazu: Ton links, bißchen weiter zur Mitte; rechts nach 16: ergibt Mitte, 16 weg: links, 16 dazu: Mitte. 86/15 ergibt: links, nein rechts, 86 weg: nichts wird gehört, 86 dazu: Ton links.

8/6: im linken Ohr, 9/6: etwas hinterm Ohr, 21/6: Mitte; 21/10: hinterm linken Ohr, 38/10: Mitte, 38/14: weit nach dem linken Ohr, 73/14: Mitte, 73/18: bißchen links von Mitte, 18 weg: hinterm linken Ohr; 73/14,5: Mitte, 90/14,5: auf der rechten Seite, 90/27: Mitte, 27 weg: Ton im linken Ohr, 27 dazu: noch links ziemlich nach der Mitte, 27 weg: Ton links.

Aus diesen Versuchen folgt, daß die Patientin bei unterschwelligen Reizen im rechten Ohr immer wieder Mitteneindruck oder einen links oder rechts von der Mitte lokalisierten Eindruck hatte; Verstärkung oder Abschwächung der unterschwelligen Reize bewirkte Mittenabweichungen, welche von der Patientin fast durchweg richtig angegeben wurden. Ließ ich bei so erzielten Mitteneinstellungen den linken Reiz wegfallen, so be-

wirkten die rechtsseitigen unterschwelligen Reize keine Eindrücke; ließ ich dann die linksseitigen Reize wieder hinzukommen, so hörte die Versuchsperson den Schall in der Mitte oder nach der Mitte verschoben. Ließ ich die rechtsseitigen Reize wegfallen, so hörte Patientin den Ton im linken Ohr; dieser verschob sich gegen die Mitte hin nach Hinzukommen des rechtsseitigen Reizes.

Nach diesen Versuchen bot ich der Patientin mit Versuchsanordnung IV Töne der Galtonpfeife; bemerkenswert war hierbei, daß jetzt die Patientin den Ton im Raume vor dem Kopfe lokalisierte, während sie in den vorigen Versuchen das Ratter- und Schnurrgeräusch in den Telephonen (herrührend vom Wagnerschen Hammer) in der hinteren Partie des Kopfes lokalisierte. Bei diesen Versuchen klärte sich in einfacher Weise auf, wodurch eigentlich die Hörgrenze des rechten Ohres in der 4. Versuchsreihe so auffallend verschoben war; die Patientin hatte nämlich im rechten inneren Gehörgang (das Trommelfell fehlte ja) einen Wattepfropfen; ich hatte versäumt ihn zu entfernen. Nach Entfernung dieses Pfropfens wiederholte ich die obigen Versuche in Versuchsreihe 5.

Versuchsreihe 5.

Die linke Hörgrenze lag bei 109 cm, die rechte Hörgrenze lag bei 19—20 cm. 35/12: Mitte, 31/14: etwas nach links, 35/16: links; 35/18: 2 Finger breit links von der Mitte, 35/20: hinterm linken Ohr; 52/20: Mitte; 20 weg: links; 20 dazu: etwas nach rechts von der Mitte; 20 weg: weit nach links; 20 dazu: auf der rechten Seite, nicht ganz bei der Mitte; doch Mitte! 52 weg: es wird nichts gehört; 52 dazu: links! 52/22: Mitte; 52/29: 3 Finger breit links von der Mitte; 53/23: Mitte; 53/25: Mitte; 53/28: links 2 Finger breit links von Mitte; 53 weg: nichts wird gehört; 53 dazu: im linken Ohr, geht nicht nach Mitte. 53/22: Mitte; 53/27: bißchen links von Mitte. 60/27: Mitte, 60 weg: nichts gehört; 60 dazu: links neue Mittenbestimmung: links 60 fest, rechts geändert von der Seite der unterschwelligen Reize; 60/27: Mitte; 27 weg: links, 27 dazu: links! Neue Mittenbestimmung: links 60 fest, rechts geändert von der Seite der unterschwelligen Reize: 60/27: Mitte; 60/25: rechts, 60/29: hinterm linken Ohr, 28: bißchen links von der Mitte, 27: Mitte, 26: links von Mitte, wie rechts von Mitte. 26,5: Mitte, 60 weg: nichts gehört; 60 dazu: linkes Ohr; 60/23: Mitte!? 60 weg:

nichts, 60 dazu: rechts! 60/27: Mitte, 29: 1 Finger breit links von der Mitte. 74/29: Mitte!

Aus diesen Zahlenangaben folgt, daß die Patientin während der 5. Versuchsreihe auf dem rechten Ohr relativ weniger schwerhörig war als während der 4. Versuchsreihe. Durch Zusammenwirken eines überschwelligen (links) und eines unterschwelligen (rechts) Reizes entstand wiederholt Mitteneindruck. Dieser verschwand, wenn einer der beiden Reize wegfiel; mit Hinzukommen des weggeschalteten Reizes bildete sich auch wieder Mitteneindruck aus; d. h. der Schall wanderte aus dem besser hörenden linken Ohr, in dem der überschwellige Reiz wirkte, lokalisiert nach der Mitte; bisweilen erreichte er die Mitte nicht mehr, bisweilen ging er über die Mitte hinaus; dazu war eine Zeit von ca. 2—7 Minuten erforderlich.

Versuchsreihe 6.

Von der Patientin E. H. sei noch eine letzte Versuchsreihe 6 mitgeteilt, die ich einige Tage nach Versuchsreihe 4 und 5 gewann. Die Stärke des Primärstromes in *PS* hatte ich geschwächt, um einen Vergleich der Hörfähigkeit der Patientin mit der Hörfähigkeit normalhöriger Vpn., die ich mittlerweile zu untersuchen begann, zu ermöglichen. Linke Hörgrenze: 59 cm, rechte Hörgrenze: 13—14 cm; 14/11: Mitte, 20/11: rechts 2 Finger breit von Mitte, 20/13: Mitte, 28/13: noch ziemlich Mitte, 36/13: noch ziemlich Mitte, 45/13: rechts, 2 Finger breit hinterm Ohr, 45/16: rechts, dicht bei der Mitte, 45/17: Mitte, 45 weg = nichts gehört; 45 dazu = links, geht nicht nach Mitte, 45/17: Mitte, 45/16: rechts, noch nicht ganz Mitte, 45/19: Mitte, 45/21: links, 2 Finger breit hinterm Ohr, 45/16: Mitte, 45/18: halb links, 20/11: Mitte, 30/15: Mitte, 30 weg = nichts gehört, 40/20: Mitte, 40/17,5: Mitte, 40/19: Mitte, 40/15: rechts von Mitte, 40 weg = nichts gehört.

Auch aus dieser Reihe geht wiederum hervor, daß unterschwellige Reize in dem schwerhörigen Ohre (15—21 cm) Einfluß auf die Lokalisation hatten, ev. Mitteneindruck bedingten. Zu beachten ist, daß die Reize in dem normalhörigen Ohre, wie in den früheren Versuchsreihen, stets überschwellige waren.

§ 59. Die Ergebnisse der Versuchsreihe 4 von E. H. legten es nahe, die gleichen Versuche bei normalhörigen Vpn., bei denen auf dem einen Ohr künstlich eine Mittelohrschwerhörigkeit erzeugt wurde, auszuführen. Ich gab deshalb der Vp. Sp. einen gutschließenden mit Öl getränkten Wattepfropfen in den rechten

äußeren Gehörgang. Das ergab für das rechte Ohr die Hörgrenze bei 39—43 cm, statt normal 66/67 cm, für das linke Ohr die Hörgrenze 67 cm. Die Hörgrenze 67 cm für das linke Ohr ist durchaus normal. Vgl. dazu die Bemerkung zur 6. Versuchsreihe mit Vp. E. H. Bei Vp. Sp. erhielt ich folgende Zahlen: 40/26: Mitte, 53/34: Mitte, 58/38: links, 60/38: Mitte, 61/41: Mitte; /41: nichts gehört; 61/41: 1 Finger breit links von Mitte; 64/41: Mitte; /41: nichts zu hören; 64/41: Mitte, /41 allein: nichts, 64/41: 1 Finger breit links von Mitte, 64/: 3 Finger breit links von Mitte, 64/41: Mitte; 64/43: Mitte, 64/47: 2 Finger links von Mitte, 64/: 2 Finger links, 66/47: 1 Finger links von Mitte, 68/47: Mitte, 68/ allein: nichts.

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe bei künstlicher Schwerhörigkeit stimmen mit denen bei natürlicher Schwerhörigkeit darin überein, daß auf dem rechten schwerhörigen Ohre Reize, die im Bereich der Schwelle lagen, zur Wirksamkeit kamen. Bei natürlicher Schwerhörigkeit lagen die Reize im normalhörigen Ohre merklich über der Schwelle; hier bei künstlicher Schwerhörigkeit war dies nicht der Fall; ja sie scheinen sogar unterschwellig gewesen zu sein. Im letzten Versuch dieser Reihe »68/47: Mitte« haben wir anscheinend auf beiden Ohren unterschwellige Reize.

§ 60. Nehmen wir an, daß überschwellige Reize im relativ gesunden Ohre auch das schwerhörige Ohr zur besseren Aufnahme an sich unterschwelliger Reize gleichsam mobilisieren, so ist diese Annahme kaum mehr statthaft, sobald auf beiden Ohren unterschwellige Reize wirksam sind und einen lokalisierten Schalleindruck zur Folge haben. Denn es ist sehr unwahrscheinlich, daß ein an der Schwelle befindlicher Reiz im einen Ohre noch im andern Ohre eine mobilisierende Wirkung habe. Wahrscheinlicher ist, daß es sich bei beidohrigen unterschwelligen Reizen um zentrale nervöse Prozesse handelt.

Dafür spricht eine Beobachtung, die ich und viele meiner Vpn. bei den Versuchen mit dichotischer Reizaufnahme immer wieder gemacht haben. Schon bei dem Zusammenschlagen der Uhren in dem Weberschen Versuche war es mir und anderen aufgefallen, daß die Intensität der Zusammenschläge merklich stärker war als die der Einzelschläge. Auch bei den Schlägen einer Uhr vor einem Ohre ist kaum anzunehmen, daß sie als solche noch mobilisierend auf das andere Ohr wirken; dazu dürften sie zu schwach sein. Die Intensitätssteigerung beim Zusammenschlag

der beiden Uhren scheint mir zweifelsfrei sicher zu sein. Es handelt sich hier um eine qualitative Änderung der Schalleindrücke, die mit der Tatsache ihrer Lokalisation nichts zu tun hat; auch ist sie nicht identisch mit einer Änderung der Klangfarben, obwohl eine solche sicherlich bei dem Zusammenschlag der Uhren mit im Spiele ist.

Auf die Frage der Klangfarbenänderung komme ich noch zurück. Ist die Annahme richtig, daß bei dichotischer Reizaufnahme die Intensität des gehörten Schalles größer ist als die Intensität des dem einen oder dem andern der Einzelreize zugehörigen Schalleindruckes, so muß man die beiden Reize bis zur Schwelle und unter die Schwelle hinab schwächen und doch noch einen Schalleindruck bewirken können. Da mir und den andern Versuchspersonen die in Frage stehende Intensitätszunahme recht beträchtlich zu sein schien, so war zu erwarten, daß die Einzelreize wohl ziemlich weit unter die Schwelle würden herabgemindert werden können.

§ 61. Ich führte mit mehreren Versuchspersonen solche Versuche durch. Das Verfahren war natürlich streng unwissentlich. Die Versuchspersonen saßen mit dem Rücken gegen die »Akustische Bank«. Oft schlossen sie die Augen, um ihre Aufmerksamkeit besser konzentrieren zu können. Die Versuchspersonen hatten also keine Kenntnis davon, ob ihnen überschwellige oder unterschwellige Reize geboten wurden, ob die Reize verstärkt oder vermindert wurden, ob ihnen die Reize monotisch oder dichotisch gegeben wurden usw. Die Versuche führte ich alle abends nach 11—12 Uhr aus, da erst dann die Geräusche im Haus, in der Allee vor dem Universitätsgebäude und auf dem Hafen auf ein Minimum herabgegangen waren. Wenn man nicht ein wirklich stilles Zimmer zur Verfügung hat, lassen sich nach meiner Erfahrung solche Versuche am Tage nicht ausführen; die bei den Versuchen zur Beobachtung kommender Schalleindrücke sind so überaus leise, daß das geringste Nebengeräusch die Beobachtung unmöglich macht. Auch dürfen die Versuchspersonen in keiner Weise ermüdet sein, da die konzentrierte Beachtung der im Versuch gebotenen Eindrücke volle Frische der Auffassung verlangt; die Versuche dürfen nicht zu lange Zeit in Anspruch nehmen, da sie stark ermüdend wirken.

Recht erschwert ist die Auffassung der Eindrücke, wenn sie an der Grenze der Wahrnehmbarkeit sind, oft dadurch, daß man bei dem unwissentlichen Verfahren nicht weiß, auf welcher Kopf-

seite, ob rechts oder links oder hinten, die Eindrücke zu erwarten, zu suchen sind.

Wegen der Wichtigkeit der zu entscheidenden Frage teile ich die Ergebnisse der Versuchsreihen in ihrer ganzen Ausführlichkeit mit. In den beiden ersten Versuchsreihen war die Stärke des Primärstromes die gleiche wie die in den beiden zuletzt erwähnten Versuchsreihen (von Vp. E. H. Nr. 6 u. von Vp. Sp.).

Vp. P. Hörgrenze: linkes Ohr 59—60 cm, rechtes Ohr 58—59 cm. Die überschwelligen Reize werden gleichzeitig und gleichmäßig (die Abstände der Spulen *SS* I und *SS* II werden in ihrer Veränderung stets gleich gehalten) geschwächt bis zur Schwelle 59/59, über diese hinaus bis zu 63/63; der ursprüngliche Mitteneindruck bleibt erhalten und ist auch bei 63/63 noch vorhanden; ebenso bei 66/66 noch; 60/60 ergibt: etwas rechts, im Scheitel (beim Bügel, an dem die Hörer befestigt sind); 60/64: rechts, dicht bei Mitte; 60/65: desgleichen; 65 weg: es wird nichts gehört; 65 dazu; 60/65: rechts, dicht bei Mitte; 68/68: Mitte; 68: rechts und 68: links werden einzeln nicht gehört; 71/71: nichts gehört.

Vp. W. Hörgrenze: linkes Ohr 50 cm, rechtes Ohr 60—61 cm. 53/63: Mitte, Surren wird deutlich gehört; 56/63: etwas links; 56/66: Mitte, etwas links; 56/65: etwas links; 56/64: Mitte; 58/67: nicht bestimmt; 50/60: etwas links; 51/60: Mitte; 51 und 60: einzeln hörbar; 54/64: Mitte; 60/70: Mitte; 60 u. 70: werden einzeln nicht gehört; 62/71: etwas rechts; 62/74: unsicher; 62/73: Mitte; 55/65: etwas links; 56/65: Mitte; 58/67: Mitte, etwas rechts; 58/68: Mitte. Die Einzelschalle werden bei allen diesen Versuchen nicht gehört.

§ 62. Bei diesen Versuchen war es aufgefallen, daß die Versuchspersonen sehr häufig nicht sogleich nach Setzung der Reize auch den jeweiligen Eindruck hatten, sondern daß mehrere Sekunden verstreichen mußten, ehe die Versuchspersonen überhaupt etwas wahrnahmen, daß dann einige weitere Sekunden vergehen mußten, bis die Versuchspersonen den Eindruck in optimaler Deutlichkeit hatten. In den folgenden beiden Versuchsreihen, die mehrere Wochen nach den soeben mitgeteilten gemacht wurden, sind demgemäß hinter jedem Versuche (bis auf wenige Ausnahmen) die Zeiten angegeben, die seit Setzung des Reizes vergingen bis zu den Augenblick, in dem die Versuchsperson einen optimalen Eindrücke hatte. Die bis zur ersten Wahrnehmung der Eindrücke verflossenen Zeiten sind daher oft nur mehrere

Sekunden kürzer als die angegebenen Zeiten. Der Versuchsleiter maß die Zeiten durch stilles Aussprechen der Zahlen 21, 22 usw. Angemerkt sei, daß 73/ bedeutet: die eingeschaltete Sekundärspule *SS* I des linken Ohres stand im Abstand 73 cm; /77 bedeutet: die Sekundärspule *SS* II des rechten Ohres stand im Abstand 77 cm; 73/77 bedeutet: beide Spulen waren eingeschaltet und standen im Abstande 73 cm (links) bezw. 77 cm (rechts).

Vp. W. a) Hörgrenze: linkes Ohr 66 cm, rechtes Ohr 70 cm. 60/70: sehr deutlich; 67/70: ja (3 Sek.); 67/71: ja (7 Sek.); /71: ab und zu ganz schwach (30 Sek.); 68/71: deutlich (5 Sek.); 68/: nichts (12 Sek.); 68/72: deutlich (5 Sek.); 68/73: deutlich (5 Sek.); /73: nichts (15 Sek.); 69/73: bestimmt ja (6 Sek.); 70/73: bestimmt ja (3 Sek.); 70/: nichts (10 Sek.); 72/: nichts (12 Sek.); 72/73: bestimmt (6 Sek.); 75/73: ja, schwächer (23 Sek.); /73: nichts (20 Sek.); 75/75: nichts, unsicher (36 Sek.).

b) Hörgrenze: linkes Ohr 66—67 cm, rechtes Ohr 73 cm. 67/73: deutlich (5 Sek.); 69/75: ja (8 Sek.); /75: nichts (30 Sek.); 69/: nichts (32 Sek.); 71/77: ordentlich (5 Sek.); 73/79: unbestimmt (15 Sek.); 72/78: ja? (12 Sek.); /78: nein (25 Sek.); 72/80: nichts (20 Sek.); 72/78: nichts? (14 Sek.); 70/75: ordentlich (5 Sek.); /75: nichts (28 Sek.); 70/: nichts (18 Sek.); 71/76: glänzend (2 Sek.); 72/77: ja (7 Sek.); 73/78: ja (7 Sek.); 74/79: ja, nicht dauernd (14 Sek.); /79: nichts (18 Sek.); 75/80: schwach (12 Sek.); 75/: nichts (12 Sek.); 76/81: schwach (10 Sek.); 77/82; nichts (20 Sek.); /82: nichts (21 Sek.); /70: ja (8 Sek.); /73: nichts (24 Sek.); 66/67: nichts; 66/73: bestimmt ja (3 Sek.); 15/15: Mitte.

Vp. Sp. a) Hörgrenze: linkes Ohr 69 cm, rechtes Ohr 70 cm. 69/70: ja, wird immer deutlicher; /70: nichts; 69/70: ja (nach 9 Sek.); /70: ja (7 Sek.); /71: nein; 69/71: ja (12 Sek.); /71: ja (14 Sek.); 69/72: ja (8 Sek.); /72: nein (24 Sek.); 69/72: ja (8 Sek.): /72: nein (20 Sek.); 69/72: ja (13 Sek.); 71/72: ja (6 Sek.); 71/72: Mitte (7 Sek.); 71/: ganz schwach (15 Sek.); 71/72: ja (7 Sek.); 72/73: ja (10 Sek.); /73: nein (18 Sek.); 72/73: ganz schwach links (8 Sek.); 73/73: nein (30 Sek.); 69/69: schwach (15 Sek.).

b) Hörgrenze: linkes Ohr 72—73 cm, rechtes Ohr 71—72 cm. 73/72: ja (5 Sek.); /72: ganz schwach; 72/73: ja (8 Sek.); /73: schwach (7 Sek.); 74/75: ja (15 Sek.); /75: nein (17 Sek.); 74/75: ja (4 Sek.); 74/: nein (18 Sek.); 75/76: ja, gut (10 Sek.); /76: Totenstille; 75/76: gut (9 Sek.); 76/76: ja (10 Sek.); 76/: nichts (24 Sek.); 78/78: ja, sehr gut; /78: nichts; 78/78: ja (5 Sek.);

78/: nichts; 80/80: gut; /80: nichts(!); 80/80: nichts; 80/80: ja (10 Sek.); /80: ja(!) (12 Sek.); 80/80: ja (19 Sek.); /80: nichts (20 Sek.); 80/80: ganz gut (10 Sek.); 82/82: gut (4 Sek.); 82/82: gut (8 Sek.); /82: nein (20 Sek.); 82/82: deutlich (11 Sek.); 84/84: ja (14 Sek.); 84/: nein (26 Sek.); 85/85: nach langer Beobachtung: unsicheres Schnurren.

c) Hörgrenze: linkes Ohr 75—76 cm. 77/: nichts (23 Sek.); 77/83: schwach (18 Sek.); /77: nein (17 Sek.); 77/77: gut (6 Sek.); 79/79: ja (11 Sek.); /79: nein (20 Sek.); 79/79: gut (15 Sek.); 79/: nein (20 Sek.); 80/80: ganz schwach (33 Sek.); 80/80: nichts.

Vp. W. Hörgrenze: linkes Ohr 55 cm, rechtes Ohr 55 cm. 55/55: deutlich (4 Sek.); 57/57: ja (6 Sek.); /57: nichts (25 Sek.); 58/58: ja (7 Sek.); 58/: nichts (30 Sek.); 59/59: deutlich (10 Sek.); /59: ganz schwach (25 Sek.); 59/: nichts (25 Sek.); 60/60: ja (5 Sek.); /60: nichts (27 Sek.); 61/61: nichts (35 Sek.), nach Pause: 61/61: ja gut (23 Sek.); 61/: nichts (50 Sek.); 62/62: ja (18 Sek.); 63/63: schwach (10 Sek.); /63: nichts (32 Sek.); 64/64: nichts (42 Sek.); jetzt Hörgrenze: linkes Ohr 58 cm, rechtes Ohr 59 cm.

Vp. H. Hörgrenze: linkes Ohr 66 cm (nichts in 70 Sek.), rechtes Ohr 77 cm (nichts in 67 Sek.). 67/77: ja (9 Sek.); /77: nein (60 Sek.); 67/77: ja (5 Sek.); 68/78: ja (23 Sek.); 68/78: ja (5 Sek.); /78: nein (40 Sek.); 68/78: ja (10 Sek.); 67/77: deutlich (9 Sek.); 67/: nichts (60 Sek.); 67/77: ja (14 Sek.); 68/77: ja (8 Sek.); /77: ja(!) (67 Sek.!); 68/: nein (46 Sek.); 68/77: ja (9 Sek.); 68/77: ja (in 6 Sek.); /77: nein (45 Sek.); 68/78: ja (15 Sek.); 69/78: ja (12 Sek.); 69/79: ja (34 Sek.); 69/79: ja (8 Sek.); 69/79: ja (10 Sek.); /79: nichts (45 Sek. bezw. 80 Sek.); 69/79: ja (7 Sek.); 69/: ganz schwach (31 Sek.); 69/: ja (8 Sek.); 70/: ja (22 Sek.); 71/: nein (34 Sek.); 71/79: ja (18 Sek.); 71/: ja links (33 Sek.); 72/: ja unzusammenhängend (30 Sek.); 73/: nein (48 Sek.); 73/79: ja (8 Sek.); 73/79: ja (9 Sek.); 74/79: ja (18 Sek.); /79: ja? (18 Sek.); /81: nein (52 Sek.); 74/81: ja (10 Sek.); 74/: ja (14 Sek.); 76/: ja (45 Sek.); 76/81: ja (9 Sek.); 78/82: ja (9 Sek.); 79/83: ja (17 Sek.); 79/: nichts (53 Sek.); /83: nichts (80 Sek.); 79/83: nein (40 Sek.); 79/82: nein (40 Sek.); 78/82: nein (40 Sek.); 78/81: nein (40 Sek.); 77/80: ja (17 Sek.); 76/79: nein (30 Sek.); 75/: ja (60 Sek.); 75/78: ja (7 Sek.); /78: ja? (52 Sek.); /79: nichts (42 Sek.); 76/79: ja (16 Sek.); 76/: nein (60 Sek.); 76/79: ja (6 Sek.).

Vp. M. A. da S. P. Hörgrenze: linkes Ohr 90 cm, rechtes Ohr 84 cm. 90/84: ja (4 Sek.); 91/85: ja (6 Sek.); 92/86: ja; 93/87:

ja; 94/88: ja; 95/89: nein; 93/87: ja (10 Sek.); /87: nein (20 Sek.); 93/: nein (50 Sek.); 93/87: nein (40 Sek.); 92/86: ja (3 Sek.): 92/: nein (20 Sek.); 92/86: ja (10 Sek.); /84: nein (40 Sek.); 92/84: ja (7 Sek.); 92/: ja (10 Sek.); 94/: ja (18 Sek.); 95/: nein (35 Sek.); 95/84: ja (27 Sek.).

§ 63. Verfolgt man die mitgeteilten Versuchsreihen aufmerksam, so fällt einem ein Umstand auf, der es zur Pflicht macht, mit äußerster Vorsicht an die Interpretation der Einzelversuche zu gehen; der Umstand nämlich, daß bei den Versuchspersonen im Laufe der Versuche die Hörgrenze sich langsam weiter hinaus verschob. Das ist sicherlich zum nicht geringen Teile darauf zurückzuführen, daß die Versuchspersonen fortgesetzt größere Übung in der Auffassung der leisen Surrgeräusche bekamen.

Diese Auffassung war den Versuchspersonen dadurch besonders erschwert, daß sie nie wußten, auf welcher Kopfseite sie die Eindrücke erwarten sollten; verlangen doch Eindrücke, die im Bereich der Schwelle der Wahrnehmung liegen, die konzentrierteste Beachtung schon in dem Falle, daß die Versuchspersonen wissen, wo sie den Eindruck zu erwarten haben.

Bei der Auffassung an der Schwelle befindlicher Eindrücke machte sich bei allen Versuchspersonen immer wieder das bekannte Schwanken der Eindrücke geltend[1]). Durch dieses Schwanken ist es bedingt, daß die sehr schwachen Eindrücke über längere Zeiten periodisch aus der Auffassung entschwinden. Bei meinen Versuchen war mir die Angabe des Schwankens ein Zeichen dafür, daß die Reize im Bereich der Schwelle waren; ich brauchte die Reize nur noch etwas weiter zu schwächen, um das Schwanken allmählich ganz zum Verschwinden zu bringen und damit die Eindrücke vollständig auszulöschen.

Sodann ist zu beachten, daß bei einem einzigen Reize nicht selten viele Sekunden vergehen mußten, ehe die Versuchspersonen das Geräusch wirklich noch hörten. Wenn daher die Versuchspersonen bisweilen schon nach wenigen Sekunden angaben, nichts zu hören, so ist damit nicht erwiesen, daß sie auch bei längerer konzentrierter Beobachtung nichts gehört hätten.

---

1) Hugo Eckener, Untersuchungen über die Schwankungen der Auffassung minimaler Sinnesreize; Wundts Philos. Studien VIII (1893) S. 343 bis 387. Es ist sehr dankenswert, daß W. Wirth in seinem Aufsatze: »Dr. Hugo Eckener, des Führers von Z. R. III, Psychophysische Dissertation aus dem Jahre 1892« in »Industrielle Psychotechnik« I. Jahrg. 1924 S. 246—251 auf diese Arbeit und deren Verfasser wieder hingewiesen hat.

Berücksichtigt man dies alles bei der Beurteilung der Versuchsreihen in bezug auf die Frage, ob in ihnen unterschwellige Reize zusammenwirkend eine Geräuschperzeption zur Folge hatten, so wird man zahlreiche Fälle finden, in denen die Einzelreize auch nach vielen Sekunden keine Perzeption bedingten, in denen aber die Verbindung beider Reize schon nach wenigen Sekunden eine sichere Perzeption hervorrief. Auch in den Fällen, in denen die Einzelreize nach vielen Sekunden doch noch eine Perzeption zur Folge hatten, fällt es auf, daß bei der gleichzeitigen Wirksamkeit dieser Reize schon nach wenigen Sekunden das Surren gehört wurde.

Während jene zahlreichen Fälle dafür sprachen, daß die Einzelreize tatsächlich unterschwellig waren, bekunden die zuletzt genannten Fälle, daß bei gleichzeitiger Wirksamkeit in dem Bereich der Schwelle liegender Reize der psychische Effekt unverhältnismäßig früher da ist als der Effekt der Einzelreize.

§ 64. Die mitgeteilten Beobachtungen stimmen im Prinzip mit denen von Tarchanow, Preyer und Körting überein. Diese Autoren erzielten in zahlreichen Fällen »Mitteneindruck« bei zwei durch Telephone vermittelten dichotisch aufgenommenen unterschwelligen Reizen. Da man Mitteneindruck erfahrungsgemäß nur bei gleich intensiven, gleichzeitig wirkenden Reizen erhält, mit jeder Änderung der Intensität des einen der beiden Reize aber eine Mittenabweichung bewirkt, so ist die Übereinstimmung der von den Vpn. angegebenen Seitenabweichungen mit den entsprechenden Intensitätenänderungen, in Verbindung mit dem Ausfall jeder Schallwahrnehmung bei unwissentlichem Weggeschaltetwerden des einen Reizes, das beste Kriterium dafür, daß die Aussagen der Vpn. sich auf tatsächliche Perzeptionsinhalte beziehen.

C. Stumpf berichtet im II. Bande seiner »Tonpsychologie«, daß er sich bemühte, die Beobachtungen der genannten drei Autoren zu wiederholen. Er schreibt: »Aber während sich die Angaben über die Lokalisation bei übermerklichen Eindrücken leicht und deutlich bestätigten, wollte es weder mir noch drei wohlgeschulten Mitarbeitern gelingen, uns davon zu überzeugen, daß eben nicht mehr wahrnehmbare Schalleindrücke beider Ohren durch ihre Vereinigung über die Schwelle gehoben würden. Jedesmal aber, wenn wir zweiohrig etwas vorher Unhörbares zu hören glaubten, zeigte sich bei Wegnahme des einen Telephons, daß es doch auch schon einohrig zu hören war. Hatten wir den

Ton des Stromunterbrechers, welcher als Hörobjekt benutzt wurde (fis^1 bei Kessel), für beide Ohren definitiv und unzweifelhaft unter die Schwelle gebracht, so vernahmen wir auch zweiohrig nichts mehr« (S. 439).

Diesen Befunden von C. Stumpf widersprechen meine Beobachtungen durchaus. Ohne Zweifel sind solche Versuche mit unterschwelligen Reizen »äußerst heikler Natur«. Nach meinen Erfahrungen ist es zunächst für die Wahrnehmung nicht günstig, wenn man Stromunterbrecher verwendet, die einen Ton liefern. Ich habe mit solchen Unterbrechern Versuche gemacht, aber immer wieder gefunden, daß die äußerst leisen kontinuierlichen Töne an der Schwelle viel schwieriger aufzufassen sind als diskontinuierliche »Schnurrgeräusche«, wie sie durch die nicht zu schnellen Unterbrechungen eines Wagnerschen Hammers bedingt sind.

Dies mag seinen Grund darin haben, daß leiseste kontinuierliche Töne die Stille viel weniger stören als diskontinuierliche Schnurrgeräusche. Bedenke ich, daß bei Vereinigung der beiden Reize nicht selten schon nach wenigen Sekunden das Schnurren als »deutlich«, »ordentlich«, »gut«, »sehr gut«, als »glänzend«, als »ganz bestimmt« vorhanden gehört wurde, daß aber bei sofort sich anschließender alleiniger Wirksamkeit des einen oder des andern der Reize auch nach mehr als 20 Sek. »nichts«, »Totenstille« usw. gehört wurde, so scheint es mir berechtigt zu sein, zu sagen, daß in diesen Versuchen tatsächlich bei Vereinigung unterschwelliger Reize Schalleindrücke perzipiert wurden.

§ 65. Noch auf einen Umstand, der die technische Seite der Versuche betrifft, möchte ich hinweisen, da er die heikle Natur der Versuche besonders gut illustriert. Immer wieder zeigte es sich nämlich, daß die Vpn., auch wenn ein definitiv unterschwelliger Reiz im Telephon gebote wurde, noch einen ganz vagen schwer zu definierenden Eindruck hatten; dieser Eindruck, der mit dem Schnurrgeräusch nicht die entfernteste Ähnlichkeit besaß, verschwand, wenn das Telephon stromlos gemacht wurde. Im Momente des Hinzu- und des Wegschaltens des Telephonstromes hob sich dieser vage Eindruck von der lautlosen Stille noch etwas besser bemerkbar ab. Diese Eindrücke sind so vage, daß ihnen überhaupt nicht sicher ein akustischer Charakter zugeschrieben werden kann. Vielleicht daß es sich hier um eine Spannungsempfindung oder dergleichen im Trommelfell handelt.

Für die Bestimmung der Schwelle wie für die Setzung unterschwelliger Reize ist dieser Umstand nicht unwesentlich; er kann zur Folge haben, daß eine Vp. angibt, immer noch einen Eindruck zu haben, obwohl sie das distinkte Schnurrgeräusch nicht mehr perzipiert. Um also den gerade beim plötzlichen Schließen und Öffnen des Stromes leichter bemerkbaren vagen Eindruck nicht plötzlich auftreten oder verschwinden zu lassen, war es zweckmäßig, das Ab- und Zuschalten der Induktionsströme im Telephon langsam vorzunehmen. Dazu war es nur nötig, die Spulen *SSI* und *SSII* durch langsames Drehen quer zur Achse der Spule *SP* oder mit ihr gleichgerichtet zu stellen. So konnte bewirkt werden, daß durchgängig das Setzen eines einzelnen unterschwelligen Reizes überhaupt nicht bemerkt wurde, da bei dieser Art der Einschaltung jenes diffuse Rauschen nicht mehr bemerkt wurde.

§ 66. Es ist mir nicht zweifelhaft, daß bei Beachtung aller gebotenen Vorsichtsmaßregeln (1. absolute Stille im Untersuchungszimmer, 2. Wahl des geeigneten diskontinuierlichen Schnurrgeräusches, 3. allmähliches Zu- und Wegschalten der Reize, 4. Erniedrigung der Schwelle) sich definitiv unterschwellige Reize erzielen lassen, deren Kombination zu einem relativ intensiven, deutlich nach wenigen Sekunden perzipierbaren Eindruck führt.

Aber auch für diesen Fall ist C. Stumpf noch nicht bereit, ohne weiteres auf eine gegenseitige Verstärkung der Erregungen (zentrale Summation der subliminalen monotischen Erregungen — Preyer) zu schließen. Allein aus der Hinzufügung quasi-räumlicher Momente *p* und *q* (sind diese vielleicht identisch mit dem obenerwähnten »vagen Eindruck« bei nicht stromfreiem Telephon?) zu den überhaupt nicht vorhandenen, also den unterschwelligen Einzelreizen hypothetisch zugeordneten Einzelempfindungen dürfte — wie C. Stumpf meint — das Phänomen des deutlich perzipierbaren, oft auch sicher und richtig lokalisierten Schalleindruckes (Schnurrgeräusches) nicht verständlich sein. Der Mitten- bezw. Seiteneindruck ist gegeben ohne jede bewußte Beziehung zu den Erregungen der beiden Ohren. Haben doch die Vpn. bei diesen Versuchen bei Einhalten der genannten Vorsichtsmaßregeln überhaupt kein Bewußtsein davon, ob das eine oder andere Ohr oder ob beide gleichzeitig erregt werden und in welch verschiedener Intensität das geschieht.

§ 67. Zum Schlusse möchte ich eine Frage, die psychologisch höchst wichtig ist, nicht unerwähnt lassen, obwohl ich zu ihrer

Beantwortung noch nicht genügendes Material beibringen kann. Ist die dichotische Schallokalisation als solche primär räumlich, gibt es einen spezifischen Hörraum, wie es einen spezifischen Sehraum gibt, oder beruht die Schallokalisation auf einer sekundären Einordnung der akustischen Eindrücke in den optisch vorgestellten Raum? Für ersteres scheint die distinkte und im allgemeinen sehr betimmte dichotische Lokalisation bei bestimmten Intensitäts- und Zeitdifferenzen zu sprechen. Ich erinnere nur an das gesetzmäßige Wandern der Zusammenschläge der Uhren bei dem Versuche von E. H. Weber. Für letzteres sprechen allerlei Erfahrungen, so z. B. die, daß die Bahn der Schallwanderung nicht selten übereinstimmt mit den Druckstellen, die von dem die Telephonhörer tragenden Bügel herrühren. Dafür spricht, daß die Vpn. die Schalleindrücke tatsächlich optischen Vorstellungen (von der Schädelhöhle, von der Umgebung) zuordnen, daß sie vor allem »Mitteneindruck« nicht selten nur dann sicher angeben können, wenn sie gleichzeitig optische oder taktile Eindrücke in der Medianebene haben; so konnte Dr. St. Mitteneindruck am sichersten dann angeben, wenn er gleichzeitig einen Zeigefinger den Nasenrücken entlang legte und in Bezug auf diesen optisch-taktilen Eindruck den Schall auffaßte. Dafür spricht endlich die sehr merkwürdige Tatsache, daß nicht selten die Vpn. trotz aller Zeit- und Intensitätenändernungen einen Schall dauernd am gleichen Orte z. B. in der Mitte willkürlich festhalten konnten.

§ 68. Ich fasse die Ergebnisse des III. Teiles kurz zusammen. Die Lokalisation des dichotisch gehörten Schalles hängt außer von den objektiven Intensitäts- und Zeitdifferenzen der Reize von dem Unterschiede der quantitativen Hörfähigkeiten des Beobachters ab. Die Aussagen aller Beobachter stimmen darin überein, daß die Intensität des dichotisch gehörten Schalleindruckes größer ist als die Intensität der den Einzelreizen zugehörigen monotischen Eindrücke. Demgemäß führen dichotisch gegebene Reize, die beide im Bereiche der Schwelle oder unter ihm liegen, nach wenigen Sekunden zu einer deutlichen Schallwahrnehmung, wo die Einzelreize entweder nach vielen Sekunden nur zu einer viel schwächeren Wahrnehmung oder überhaupt nicht mehr zu einer Schallwahrnehmung führen. Bei Versuchen mit Reizen,

die an oder unter der Schwelle sich befinden, wirkt der Umstand erschwerend, daß im Verlaufe der Versuche die Schwelle selbst sich erniedrigt.

IV. Teil.

Über die Lokalisation von Tönen bei Phasenverschiebung.

§ 69. Bisher hatte ich bei meinen Versuchen über dichotische Lokalisation ausschließlich kurzdauernde Reize benutzt, weil bei ihnen die zeitlichen Abstände und die Intensitätsverhältnisse eindeutig sind. Bei Verwendung von Dauerreizen, denen pendelförmige Bewegungen der übertragenden Medien zugrunde liegen, haben wir bei dichotischen Reizen neben einem periodischen Wechsel der Intensität auch den zeitlichen Phasenunterschied zwischen den Momenten gleicher Schwingungsweise des Mediums zu berücksichtigen. Bei solcher Reizung haben wir zu fragen, ob und wie die dichotische Lokalisation 1. von dem Phasenunterschiede, 2. von den stetig wechselnden Intensitäten der entsprechenden Abschnitte der Schwingungen, 3. von dem Unterschiede der Gesamtintensitäten der beiden Wellenzüge abhängt.

§ 70. Bei meinen weiteren Versuchen benutzte ich also Reize, denen in der Wahrnehmung Dauertöne entsprachen. Jedem Einzelreiz des dichotischen Reizpaares entsprach ein Ton; dem Reizpaare entsprach wiederum ein Ton. Immer wieder zeigte es sich, daß der dichotische Ton des Reizpaares von den monotischen Tönen der Einzelreize sowohl in der Klangfarbe wie in der Intensität verschieden war. Ohne Ausnahme bestätigten das die zum Teil sehr geübten Beobachter, wie Dr. Stenzel und Kapellmeister Wollborn. Der Klangfarbe nach war der dichotische Ton stets voller. Seine Intensität war durchweg beträchtlich größer; sie konnte so groß sein, daß sie auf die Dauer unerträglich wurde, was bei den monotischen Tönen der Einzelreize nicht der Fall war.

§ 71. Während die Töne der Einzelreize stets im zugehörigen Ohre lokalisiert sind, erscheinen die Töne der Reizverbindung an einer bestimmten Stelle im Kopfe. Die Erscheinungsweise dieser Töne hängt von der Schwingungszahl und von der Intensität der beiden Einzelreize ab. Tiefe laute Töne von 70 Schwingungen bis zu etwa 300 Schwingungen können so breit und voluminös gehört werden, daß sie den Kopf von Ohr zu Ohr auszufüllen scheinen. Tiefe leise Töne erscheinen auch

noch als recht breit, aber nicht als den Kopf geradezu ausfüllend; sie erscheinen diffus und unbestimmt lokalisiert. Töne von 150 Schwingungen bis 400 Schwingungen haben bei einer mittleren Stärke eine Breite von 3 bis 1 Fingern, soweit eine solche Schätzung überhaupt einen Sinn hat. So hatte der von mir viel benutzte Ton einer elektromagnetisch betriebenen Stimmgabel eine Breite von etwa 1 bis 2 Fingern. Töne mit 400 Schwingungen bis 800 Schwingungen erscheinen schmal; sind sie sehr laut, so nimmt ihre Breite zu; sind sie sehr leise, so sind sie diffus und unsicher lokalisiert. Töne mit über 800 Schwingungen erscheinen in mittlerer Stärke schmal, bei Zunahme der Intensität können sie als spitz, als stechend und als punktuell lokalisiert erscheinen; sind sie sehr laut, so können aber auch sie scheinbar den ganzen Kopf ausfüllen. Ändern die dichotisch gehörten Töne ihren Ort nicht, so erscheinen sie bei weitem nicht so bestimmt lokalisiert wie Momenteindrücke; besser lokalisiert erscheinen sie, wenn sie in langsamer Ortsveränderung begriffen sind. Je breiter und voluminöser ein Ton ist, um so weniger sicher ist er zu lokalisieren, um so größer ist die Schwelle für ebenmerkliche Ortsveränderungen, z. B. Mittenabweichungen.

§ 72. Ich erzeugte die Töne bezw. die ihnen zugehörigen Schallwellen auf verschiedene Weise. Zunächst benutzte ich eine von Siemens u. Halske gebaute Hochfrequenzmaschine, die Herr Dr. Stenzel zur Phasenverschiebung hatte umbauen lassen und die er mir in freundlicher Weise zur Verfügung stellte. Bei ihr sind zwei Motore mit gemeinsamer Achse aneinander gekoppelt; der erste Motor dient als Motor, der zweite als Dynamo; zwischen den beiden Motoren auf der gleichen Achse ist ein metallenes Rad mit großem Trägheitsmoment befestigt, das an der Peripherie einen Kranz von 100 isolierten Eisenzähnen besitzt. Beim Laufen der Maschine rotieren diese Zähne an dem zahnartigen Kerne zweier Elektromagnete vorbei; der eine dieser Magnete steht fest, der andere ist auf einer zu der Peripherie des Zahnrades konzentrischen Fläche verschiebbar. Von dem festen bezw. beweglichen Elektromagneten gehen Drähte nach dem Telephon, das ans rechte bezw. linke Ohr gelegt wird. Die Telephone werden erregt durch die in den Elektromagneten von den an ihnen vorüberrotierenden Zähnen induzierten Ströme. Zur Regulierung der Intensitäten dieser Ströme sind in die beiden Stromwege sogen. Parallelohmwiderstände ein-

geschaltet. Durch Verschiebung des einen der Elektromagnete kann eine Phasenverschiebung zwischen den in den beiden Telephonen induzierten Strömen bewirkt werden. Mit Hilfe eines Tourenzählers wird die Tourenzahl des Zahnrades abgelesen und so die Schwingungszahl des erzeugten Tones ermittelt.

§ 73. Bei den Versuchen mit der soeben geschilderten Phasenmaschine stellte ich den beweglichen Elektromagneten zunächst so ein, daß beide Magnete gleichzeitig von einem Zahn des Zahnrades passiert wurden. Darauf verschob ich den beweglichen Magneten in Richtung der Rotation des Zahnrades langsam um $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ und $\frac{4}{4}$ Abstand zweier Zähne. Diesen Verschiebungen entsprach bei den beiden Telephontönen eine Phasenverschiebung um $\frac{\pi}{2}$, π, $\frac{3\pi}{2}$ und 2π bezw. eine zeitliche Verschiebung gleicher Phasen um $\frac{\lambda}{4} \cdot \frac{1}{c}$ Sek., $\frac{\lambda}{2} \cdot \frac{1}{c}$ Sek., $\frac{3}{4}\lambda \cdot \frac{1}{c}$ Sek. und $\lambda \cdot \frac{1}{c}$ Sek., wo c etwa 34400 cm bedeutet. Im folgenden sei zur Charakterisierung der Töne statt der Phasendifferenz die zeitliche Differenz zwischen gleichen Phasen durch Bruchteile von λ unter Weglassung des Faktors $\frac{1}{c}$ angegeben.

Für die Töne von 666 Schwingungen, 800 Schwingungen und 1000 Schwingungen gaben mehrere Beobachter (Frl. E. M., Frl. H. D., Sp.) übereinstimmend an, daß der Ton bei Phasendifferenz 0 in der Mitte gehört wurde, bei Zunahme der Phasendifferenz bis $\frac{\lambda}{2}$ nach der rechten Kopfseite abwanderte, bei $\frac{\lambda}{2}$ seine weiteste Mittenabweichung erreichte, bei weiterer Zunahme der Phasendifferenz nach der Mitte zurückging und bei der Phasendifferenz λ wieder in der Mitte anlangte. Bei dieser Wanderung erfuhr der Ton allerlei Änderungen; in der Mitte traten Schwebungen auf; diese verschwanden beim Abwandern; zugleich wurde der Ton einheitlicher und intensiver; am einheitlichsten und intensivsten erschien er an einer Stelle vor dem Ende seiner weitesten Abwanderung. Nahm die Phasendifferenz von $\frac{\lambda}{2}$ bis λ zu, so wurde der nach der Mitte zurückwandernde Ton wieder schwächer, uneinheitlicher, Schwebungen traten auf; ja in der Mitte wurde von mehreren Versuchspersonen angegeben,

daß zwei Töne gehört würden, rechts (im Ohr?) ein Ton anhaltend und links ab und zu ein Ton, oder daß ein Ton hin und her sprang.

§ 74. Wir erinnern uns aus den früheren Betrachtungen, daß die einer Luftstrecke von 21 cm entsprechende Zeitdifferenz in der Lokalisationstheorie eine besondere Rolle spielte. Von den damaligen Versuchen her hatte ich den scheinbaren Ort (etwa eine Hand breit rechts oder links von der Mitte am Hinterhauptsschädel), an dem ich einen Schall bei dieser Zeitdifferenz hörte, ziemlich gut im Gedächtnis. Da ich die Vermutung hatte, daß die Zeitdifferenz zwischen den beiden zueinander verschobenen gleichen Phasen für die Lokalisation der mit der Phasenmaschine erzeugten Töne entscheidend sein möchte, so ließ ich bei dauernd halber Phasenverschiebung die Anzahl der Touren der Maschine von hoher Tourenzahl kontinuierlich langsam so weit heruntergehen, bis der dichotische Schall aus der Mitte in die Gegend abgewandert war, in der ich früher bei 21 cm Zeitdifferenz den Schall häufig gehört hatte. Bei dieser Stelle ließ ich die Tourenzahl ablesen: die Maschine machte 430 Touren in der Minute. Daraus ergab sich die Schwingungszahl des Tones zu 716 Schwingungen und die Wellenlänge zu 46 cm. Folglich war $\frac{\lambda}{2}$ = etwa 23 cm, während ich 21 cm vermutete.

Der Ausfall dieses Versuchs schien meine Vermutung zu bestätigen. Da mit Herabsetzung der Tourenzahl der lokalisierte Ton noch weiter seitwärts abwanderte, so mußte es eine neue Bestätigung meiner anfänglichen Vermutung sein, wenn der Ton bei einer solchen Tourenzahl maximale Seitenabweichung erreichte, die einem Tone mit der halben Wellenlänge $\frac{\lambda}{2}$ = etwa 90 cm entsprach. Ich ließ also die Tourenzahl so lange heruntergehen, bis ich den Ton maximal seitlich hörte. Das war bei 108 Touren der Fall. Die Schwingungszahl des zugehörigen Tones betrug demnach 180 Schwingungen und seine halbe Wellenlänge $\frac{\lambda}{2}$ = etwa 94 cm; ich hatte auf Grund des Lokalisationseffektes etwa 90 cm vermutet. Die beiden Versuche schienen die Annahme zu bestätigen, daß die Lokalisationseffekte bei dichotisch gehörten Tönen wirklich von den Zeitdifferenzen gleicher Phasen abhingen. Zugleich bestätigten sie wieder die früher festgestellte

Tatsache, daß nicht bei $63 \cdot 10^{-5}$ Sek., sondern erst bei etwa $90 \cdot 3 \cdot 10^{-5}$ Sek. maximale Mittenabweichung eintritt.

§ 75. Die Versuche mit der Phasenmaschine konnten mich nicht befriedigen; aus ihnen war nicht zu erkennen, warum der Ton aus der Mitte immer nur nach rechts und zurück wanderte, warum er auf diesem Wege an Intensität gewann, was es bedeutete, daß er in der Mitte uneinheitlich erschien, daß hier sogar mehrfach zwei Töne als Schwebungen auftraten. Ich änderte daher die Versuchsanordnung. Ich erzeugte nach wie vor den Schallreiz mit Hilfe der Phasenmaschine; als Schallquelle benutzte ich aber nur den einen Telephonhörer, der an den feststehenden Magneten angeschlossen war. Von ihm leitete ich durch den Schlauch S_1 der Versuchsanordnung IV die Schallwellen auf den dort angegebenen Wegen den beiden Ohren zu. Durch Veränderung der Länge des Schallweges nach dem rechten Ohre konnte ich nun in viel empfindlicherer Weise jede beliebige Phasenverschiebung bezw. jede zeitliche Verschiebung der gleichen Phasen beider Schwingungssysteme vornehmen.

§ 76. Hierbei ist nun zu berücksichtigen, daß die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft von Röhren eine geringere ist als in freier Luft. Nach Auerbach[1]) gelten die Formeln:

$$1. \qquad c = c_t \left(1 - \frac{\gamma}{2r\sqrt{2\pi \cdot n}}\right);$$

$$2. \qquad c_t = 331{,}8\,\text{m} + t \cdot 0{,}603\,\text{m};$$

$$3. \qquad c_t = c_o \cdot \sqrt{\frac{273+t}{273}},$$

worin t die Temperatur über Null bedeutet.

In Formel 1 ist γ nach Auerbach gleich 0,00799, $2r$ ist die in Metern gemessene Röhrenweite ca. 0,008 m, n die Schwingungszahl des Tones, c_t ist durch die Formel 2 gegeben, in Formel 3 ist c_o die bei 0° gemessene Schallgeschwindigkeit; sie beträgt in der freien Luft 331,8 m, in einer 8 mm weiten Röhre für $n = 1023$ etwa 325 m, für $n = 903$ etwa 324 m, für 512 etwa 323 m, für $n = 226$ etwa 320 m. Mit Hilfe der angegebenen Formeln 1—3 läßt sich die Länge der das Röhrensystem der Versuchsanordnung IV passierenden Schallwellen berechnen.

---

[1]) Hb. d. Physik v. Winkelmann 2. Aufl. S. 508.

Nach Formel 1 und 2 finde ich für $n = 256$ die Schallgeschwindigkeit in den benutzten Röhren für $t = 20^0$ zu 335 m bezw. zu 330 m; das gibt für λ die Werte 130 cm und 129 cm. Für $t = 20$, $n = 1000$ finde ich c gleich 339,6 m bezw. 334 m; das gibt für λ die Werte 33,9 cm und 33,4 cm.

Für Töne zwischen $n = 256$ und $n = 1000$ schwankt zwar die berechnete Schallgeschwindigkeit C zwischen den Werten 335 m bezw. 330 m und 339,6 m bezw. 334 m; die daraus berechenbaren Wellenlängen weichen aber relativ wenig voneinander ab. Daher scheint es mir für die Praxis meiner folgenden Untersuchungen gestattet zu sein, für die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft meiner Röhren im Mittel etwa 335 m anzusetzen. Mag nun diese Größe etwas zu hoch oder auch etwas zu niedrig sein; bei der Berechnung der Wellenlänge mit Hilfe der Formel $\frac{c}{n}$ spielt die Abweichung des angenommenen c von dem in Wirklichkeit vorhandenen, exakt aber schwer angebbaren c' kaum eine Rolle; dies um so weniger, als die im folgenden vorgenommenen Lokalisationsbestimmungen, die vorzüglich Mitteneinstellungen sind, bei Tönen nur innerhalb von Grenzen möglich sind, die die bei obiger Berechnung von λ gemachten Fehler sicher einschließen.

§ 77. Indem ich der Hochfrequenzmaschine alle möglichen Touren gab, konnte ich Töne der verschiedensten Tonhöhen untersuchen. Bei allen Tonhöhen zwischen 400 Schwingungen und 1300 Schwingungen fand ich stets die gleichen Erscheinungen in Abhängigkeit von der Phasenverschiebung bezw. der zeitlichen Verschiebung gleicher Phasen. Ihr Verlauf ist für die Töne von 666 Schw., 817 Schw., 1000 Schw. und 1333 Schw. in der Tafel I graphisch dargestellt. Die jeweilige Größe der zeitlichen Verschiebung gleicher Phasen, gemessen in Zentimetern, ist von rechts nach links abgetragen. Mit Vergrößerung des rechten Schallweges wanderte der Schall zunächst aus der Mitte (wohin der Schall stets zuerst eingestellt wurde) nach der linken Kopfseite. Der Verschiebungsbereich, über den hin ein Ton gehört wurde, mag er nun rechts oder links von der Mitte gehört worden sein, ist in der Tafel durch eine Strecke markiert. Wurde der Ton in der linken bezw. rechten Kopfhälfte gehört, so ist die betreffende Strecke ausgezogen bezw. strichpunktiert gezeichnet. Die Verschiebungsgrößen, bei denen Mitteneindruck eintrat, sind durch kleine Vertikalstriche angedeutet; es sind das

die Punkte, bei denen die strichpunktierten Strecken in die ausgezogenen Strecken übergehen. Rechnet man die Verschiebungsgrößen von diesen Punkten aus, so steht der Ton bei 21 cm Versch. etwa handbreit von der Mitte ab, bei ca. 90 cm Versch. maximal seitlich, d. h. im rechten oder linken Ohre. Die erste Mitteneinstellung ist als Nullpunkt gewählt; er liegt bei allen Tönen am rechten Rande der Tafel; von ihm aus sind alle Verschiebungsgrößen gemessen. Aus der Tafel ist leicht die Richtung und das Ausmaß der Wanderung, der Moment des Verschwindens und des Neuaufkommens eines Tones, das gleichzeitige Vorkommen zweier Töne (bisweilen markiert durch zwei schräge Pfeile) abzulesen.

§ 78. Ich schildere den allgemeinen Verlauf eines Versuches (vgl. Tafel I Nr. 1 u. 2). Die Phasenmaschine wird genau auf 400 Touren gehalten. Der rechte Schallweg wird so lange verändert (ausgehend von gleicher Länge der beiden Schallwege), bis der Ton erstmalig in der Mitte gehört wird. Der rechte Schallweg wird sodann langsam verlängert; der Schall wandert nach links; dabei wird er schwächer; bevor er links ganz verschwindet, taucht bei Verschiebung um 24 cm bezw. 15 cm auf der rechten Kopfseite ein neuer zweiter Ton auf; bei einer gewissen Verschiebungsgröße (27 cm bezw. 26,5 cm) werden beide Töne symmetrisch zur Mitte rechts und links gleichzeitig gehört; bei weiter zunehmender Verschiebung (36 cm, 35 cm) verschwindet der Ton I, geht der Ton II mehr und mehr nach der Mitte. Ton II erreicht die Mitte bei einer Verschiebung um 52 cm bezw. 51 cm. Wird die Verschiebung weiter fortgesetzt, so wandert, wie zu Anfang Ton I, jetzt Ton II aus der Mitte; schon bald (bei 54 cm bezw. 63 cm, also nicht weit hinter der Mittenpassage von Ton II) taucht ein neuer Ton (Ton III) rechts auf (wie vorher Ton II); je weiter der Ton II nach links abgeht, um so mehr nähert sich der Ton III wieder der Mitte; bei einer Verschiebung um 72 cm erscheinen der Versuchsperson W. beide Töne wieder symmetrisch rechts und links von der Mitte usw. Nun werden aus der Tourenzahl der Phasenmaschine die Höhe und Wellenlänge des Tones berechnet; es ergibt sich $n = 666$ Schwingungen, $\lambda = 50{,}3$ cm.

Daraus folgt, daß beide Beobachter bei einer Verschiebung um ca. $\frac{\lambda}{2} = 25$ cm gleichzeitig zwei Töne hörten, daß sie bei einer Vorschiebung um ca. $\lambda = 50{,}3$ cm einen zweiten Mitten-

eindruck (Ton II) hatten, daß sie bei einer Verschiebung um ca. $\frac{3\lambda}{2} = 75$ cm den Ton II und den Ton III symmetrisch rechts und links von der Mitte hörten usw.

§ 79. Aus allen so vorgenommenen Untersuchungen von Tönen verschiedener Tonhöhen, die ich mit der Hochfrequenzmaschine erzeugte, ergibt sich das gleiche Wandern des Tones I aus der Mitte, das gleiche Auftauchen eines Tones II auf der rechten Kopfseite und das gleiche Verschwinden von Ton I auf der linken Kopfseite, das gleiche stetige Wandern von Ton II nach der Mitte und über die Mitte nach links und das gleiche Neuaufkommen eines Tones III rechts, während Ton II mehr und mehr nach links abgeht. Bei jeder Tonhöhe, z. B. 817, 1000, 1333 Schwingungen, werden bei ungeraden Vielfachen von $\frac{\lambda}{2}$ rechts und links zwei Töne gleichzeitig gehört, werden bei Vielfachen von λ reine Mitteneindrücke gehört.

Alle Phasenverschiebungen wurden stets unwissentlich vorgenommen; der Beobachter hatte die Augen geschlossen; der Beobachter und der Versuchsleiter hatten beide keine Kenntnis von der Größe der jeweiligen Wellenlänge. Da bei den Tönen die Mittenlokalisation auf ein bis mehrere Zentimeter unsicher sein kann, so darf die Übereinstimmung in der Bestimmung der charakteristischen Phasenverschiebungen bezw. Verschiebungen gleicher Phasen kaum größer gewünscht werden. Die bei diesen Versuchen gefundene Strecke von Mitte bis Mitte und die jeweilige durch Rechnung gefundene Wellenlänge $\lambda = \frac{33500}{n}$ cm ist aus Tabelle 7 zu ersehen.

Tabelle 7.

Schwingungszahl	Verschiebung von Mitte bis Mitte	λ berechnet
666	Sp. 50 cm Wi. 50 cm, 51,5 cm	50,3 cm
817	Sp. 43 cm, Wi. 43 cm St. 41 cm, 41 cm, 39,5 cm, 39,5 cm, 40,5 cm	40,5 cm
1000	Wi. 33 cm, 34 cm Sp 31 cm, 31 cm	33,5 cm
1333	Wi. 25,5 cm, 26,5 cm Sp. 26,5 cm, 27 cm	25 cm

§ 80. Da meine Versuchsanordnung mir höchstens 100 cm große Verschiebungen gestattete, es mir aber nötig erschien, event. über mehrere Wellenlängen Verschiebungen vorzunehmen, da auch die Wellenlängen der tiefen Töne zu lang waren, so verlängerte ich die Schallwege in folgender Weise (Versuchsanordnung VII). Hinter dem Gabelstück *G*, durch das schon bei Versuchsanordnung IV der Schall zugeleitet wurde, brachte ich ein System paralleler Röhren an, wie Fig. 4 zeigt.

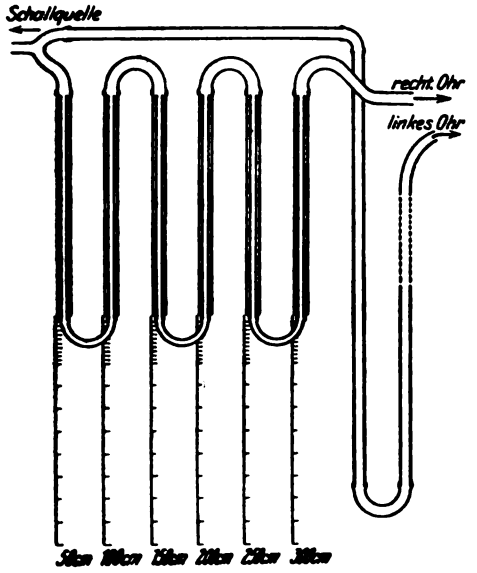


Fig. 4.

Auf einem Tische sind 6 gleichlange ca. 8 mm weite Messingröhren fest montiert; die erste steht mit *G* in Verbindung, die 2. u. 3., die 4. u. 5. sind durch 8 mm weite Schläuche verbunden; von der 6. führt ein Schlauch nach dem rechten Ohre des Beobachters. In diesen 6 Röhren stecken 6 dicht anschließende Messingröhren, von denen je zwei durch einen Schlauch miteinander verbunden sind. Diese Röhren können paarweise je bis zu 50 cm aus den sie umschließenden Röhren herausgezogen werden, was an 6 Zentimeterskalen abgelesen werden kann; somit kann der rechte Schallweg um ca. 300 cm verlängert werden.

Um den ersten Mitteneindruck stets bequem einstellen zu können (unter Berücksichtigung der event. verschiedenen Hörfähigkeit der beiden Ohren eines Beobachters), ist der rechte Schallweg, wenn keine seiner verschiebbaren Röhren heraus-

gezogen ist, um etwa 20 cm kürzer als der linke Schallweg gemacht.

§ 81. Mit dieser verbesserten Einrichtung habe ich die Aufnahme Nr. 4 der Tafel I bei Dr. Stenzel als Beobachter gewonnen. Da Dr. Stenzel in der Beobachtung lokalisierter Schalleindrücke sehr geübt ist, so sind mir seine Angaben besonders wertvoll. Bei einem beliebig gewählten Ton, dessen Tonhöhe und Wellenlänge erst am Schlusse der Beobachtungen berechnet wurden, hatte er den ersten Mitteneindruck bei einer Verschiebung um 36 cm. Bei weiterer Verschiebung wanderte der Ton nach links; bei 51 cm kam zu Ton I ein Ton II auf der rechten Seite; bei 79 cm schien Ton II in die Mitte gegangen zu sein; bei 77 cm war aber der Mitteneindruck am besten; bei 109 cm kam zu dem Ton II, der nach links abgewandert war, ein Ton III der rechten Seite; dieser Ton III passierte bei 118 cm die Mitte; er ging nach links ab, und bei 126 cm Verschiebung kam dazu auf der rechten Seite ein Ton IV; dieser passierte bei 157,5 cm die Mitte; auch er wanderte nach links ab und zu ihm kam bei 190 cm rechts ein Ton V; dieser Ton war bei 197 cm in der Mitte angelangt; bei 220 cm war er links und ein Ton VI kam rechts dazu, der bei 237,5 cm in der Mitte war. Danach betrugen die Verschiebungsgrößen von einem Mitteneindruck bis zum andern Mitteneindruck: 41 cm, 41 cm, 39,5 cm, 39,5 cm, 40,5 cm; das Mittel dieser Verschiebungen betrug 40,3 cm. Nunmehr wurde die Tourenzahl der Frequenzmaschine, die während des Versuches von einem Assistenten konstant gehalten war, bekanntgegeben; es waren 496 Touren; der Ton hatte also 826,6 Schwingungen oder eine Wellenlänge von 40,5 cm. Es stimmen also die gemessenen Verschiebungsbeträge von Mitteneindruck bis zu Mitteneindruck überein mit der Wellenlänge des Tones. Aus allen Versuchen ergibt sich, daß erst, wenn der eine Schallweg um eine Strecke gleich λ verlängert ist, mit Phasengleichheit auch Mitteneindruck eintritt. Mitteneindruck ist offenbar an Phasengleichheit gebunden.

§ 82. Aus allen Versuchen und aus den mitgeteilten graphischen Darstellungen ergibt sich, daß durchaus nicht immer dann, wenn ein ungerades Vielfaches von $\frac{\lambda}{2}$ als Verschiebungsgröße erreicht ist, neben dem nach links abwandernden Ton der rechts neu aufkommende Ton erstmalig bemerkt wird.

Bei 36 cm hatte Dr. Stenzel Mitteneindruck; bei 51 bemerkte er den Ton II vor Verschiebung um $\frac{\lambda}{2}$ (ca 56 cm), bei 109 bedeutend nach $\frac{3}{2}\lambda$ (ca. 96 cm) Verschiebung den Ton III; daher war dieser Ton auch schon der Mitte ziemlich nahe; bei 126 bemerkte er schon viel vor Verschiebung um $\frac{5}{2}\lambda$ (137 cm) den Ton IV; diesen Ton verfolgte er auch in seiner Bewegung über die Mitte nach links viel weiter als $\frac{7}{2}\lambda$ (177 cm); daher bemerkte er auch den Ton V sehr spät, als er schon nahe der Mitte war; wieder tauchte der Ton VI hinter der Verschiebung um $\frac{9}{2}\lambda$ (218 cm) auf.

Wie aus Tafel I zu ersehen ist, läßt sich jedes Tonindividuum vorwärts und rückwärts weit über die Stellen hinaus verfolgen, in denen eine Verschiebung um das ungerade Vielfache von $\frac{\lambda}{2}$ vorliegt. Bei einiger Übung lassen sich beide Töne gesondert in ihrer gleichzeitigen Wanderung beobachten. Daraus folgt der in theoretischer Hinsicht sehr wichtige Umstand, daß bei den Verschiebungsgrößen: $\frac{\lambda}{2}$, $\frac{3}{2}\lambda$, $\frac{5}{2}\lambda$, $\frac{7}{2}\lambda$, $\frac{9}{2}\lambda$ nicht etwa der links wandernde Ton verschwindet und der rechte Ton erstmalig auftaucht, sodaß man sagen könnte, der linke Ton sei nach rechts gesprungen. Es sind stets, wie die aufmerksame Verfolgung jedes einzelnen Tones erkennen läßt, vor und hinter der (Phasen-) Verschiebung um ein ungerades Vielfaches von $\frac{\lambda}{2}$ zwei Töne gleichzeitig rechts und links von der Mitte verhanden, die sich durch ihre Intensitäten und ihren Mittenabstand unterscheiden. Der weiter abstehende ist der schwächere. Bei dem ungeraden Vielfachen von $\frac{\lambda}{2}$ haben beide Töne gleichen Mittenabstand und anscheinend auch gleiche Intensität.

§ 83. Dieser Moment ist psychologisch hoch interessant. Denn beachtet man in ihm beide Töne gleichmäßig, so hat man den Eindruck, als ob beide sich mehr und mehr der Mitte näherten und sich schließlich in der Mitte zu einem einzigen

Mitteneindruck vereinigten. Dieser sekundäre Mitteneindruck hat einen breiten diffusen Charakter; ist er erst eingetreten, so kann er trotz weiterer (Phasen-) Verschiebung um mehrere Zentimeter beharren, aber auch Wanderung nach oder von der Seite des stärkeren der vorher einzeln gehörten Töne ausführen. In der Wahrnehmung dieses sekundären Mitteneindruckes scheint ein charakteristischer Fall einer synthetischen Perzeption vorzuliegen; zu seiner Entstehung bedarf es einer besonders gerichteten (nämlich auf beide Tonindividuen gleichmäßig gerichteten) Aufmerksamkeitshaltung; diese spielt die Rolle einer einleitenden Bedingung; ist erst diese Bedingung erfüllt, so tritt das Phänomen des sekundären Mitteneindrucks zeitlich verfolgbar gleichsam automatisch ein.

§ 84. Mögen wir nun die durch die Schwingungen der Telephonmembran erzeugten Schallwellen als kontinuierliche sinusförmige annehmen oder nicht: es ergibt sich aus allen Versuchen mit solchen Tönen, daß die Lokalisation der Töne nicht von der eigentlichen Phasenverschiebung, sondern nur von der Zeitdifferenz zwischen gleichen Phasen abhängt. Nur wenn diese Zeitdifferenz gleich $\lambda \cdot 3 \cdot 10^{-5}$ Sek. oder ein ganzzahliges Vielfaches davon ist, tritt Mitteneindruck ein. Solange diese Differenz kleiner ist, hört man den Ton links oder rechts von der Mitte. Die Zeitdifferenz $\frac{\lambda}{2} \cdot 3 \cdot 10^{-5}$ Sek., $\frac{3\lambda}{2} \cdot 3 \cdot 10^{-5}$ Sek. usw. spielt keine charakteristische Rolle; daher ist auch bei den in Frage stehenden Tönen die Phasenverschiebung π, 3π, 5π ohne ganz spezifische Bedeutung. Denn vor, bei oder nach einer solchen Phasenverschiebung werden 2 Töne gehört, die ganz unabhängig voneinander sind; sie stehen bei π, 3π, 5π usw. symmetrisch rechts und links von der Mitte. Auch die Phasenverschiebungen $\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \frac{7\pi}{2}$ usw. sind ohne charakteristischen Erfolg, da ihnen keine besondere Phänomene zugeordnet sind. Es scheint daher, als ob die von der Membran ausgehenden Wellen wie gesonderte kurzdauernde Impulse gleicher Intensität anzusehen wären, deren Zeitdifferenz allein die Lokalisation des gehörten Tones bestimmte. Interpretieren wir die Versuchsergebnisse genauer, so bestätigt sich diese Vermutung, zumal wir mit dieser Annahme das Aufkommen und Wandern neuer Töne neben den vorhandenen verständlich machen können.

Wir nehmen also an, daß durch die Phasenmaschine in der Telephonmembran in Zeitabständen von $\lambda \cdot 3 \cdot 10^{-5}$ Sek. elektromagnetische Impulse erzeugt werden, und daß diese wieder in dem gleichen Zeitabstande Luftimpulse hervorbringen. Ob diese nun kontinuierliche sinusartige Schwingungen sind oder nicht, bleibe dahingestellt. Durch die Verlängerung des rechten Schallweges wird bewirkt, daß der rechte Impuls J_1 (siehe Figur 5)

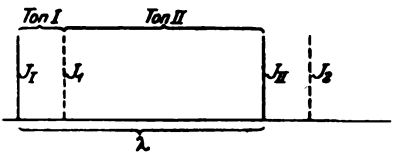


Fig. 5.

zunehmend später kommt als der linke J_I. Solange die Zeitdifferenz zwischen beiden kleiner ist als $16 \cdot 10^{-3}$ Sek., werden beide Impulse (oder zwei solche Impulspaare) zu einem kurzdauernden akustischen Eindruck führen; da solche Impulspaare in schneller Frequenz pro Sek. vorkommen, wird die Gesamtheit dieser Eindrücke als Ton gehört; dieser Ton I wandert nach links mit Zunahme der Zeitdifferenz der Impulse. Durch nichts ist es verhindert, daß der verzögerte rechte Impuls J_1 auch mit dem das linke Ohr um $\lambda \cdot 3 \cdot 10^{-5}$ Sek. nach dem ersten Impuls J_I treffenden Impuls J_{II} zusammen eine II. Tonverstellung bedingt; dieser Ton II muß nun aber auf der rechten Kopfseite in einem der Zeitdifferenz entsprechenden Mittenabstande erscheinen.

Je größer die Zeitdifferenz zwischen J_I und J_1 wird, um so weiter wandert der Ton I aus der Mitte nach links, um so kleiner wird aber die umgekehrt gerichtete Zeitdifferenz zwischen J_1 und J_{II}; um so mehr nähert sich gleichzeitig der Ton II von rechts her der Mitte. Ist die Zeitdifferenz zwischen J_I und J_1 derjenigen zwischen J_1 und J_{II} gleich, also gleich $\frac{\lambda}{2} \cdot 3 \cdot 10^{-5}$ Sek., so werden beide Töne I und II rechts und links gleichweit von der Mitte abstehen. Ton I wird am weitesten links sein, wenn die Zeitdifferenz ca. $90 \cdot 3 \cdot 10^{-5}$ Sek. geworden ist. Ton II wird in der Mitte angelangt sein, wenn die Zeitdifferenz zwischen J_1 und J_{II} Null geworden ist; dies ist der Fall, wenn die Verlängerung des rechten Schallweges gleich λ cm ist. Dies alles wird durch die Versuchsergebnisse bestätigt.

§ 85. Demnach läßt sich das Entstehen und Wandern der Töne I und II vollständig verstehen aus der Kombination des der Zeit nach verschobenen Impulses J_1 mit den zeitlich feststehenden Impulsen J_I und J_{II}. Entstehung und Wanderung der Töne I und II vollzieht sich also anscheinend genau so wie die Entstehung und Wanderung der Schalleindrücke, die den kurzdauernden Reizen entsprechen, wovon ich im I. bis III. Teil dieser Untersuchung gehandelt habe. Es drängte sich mir daher die Doppelfrage auf, ob die von dem Telephon ausgehenden Impulse etwa infolge ihrer Erzeugung durch die Hochfrequenzmaschine und die Telephonmembran als kurzdauernde Einzelimpulse aufzufassen seien, trotzdem ihnen Töne entsprechen, oder ob diese Impulse als echte sinusartige Wellenbewegungen anzusehen seien. In diesem Falle müßten dann sinusförmige kontinuierlich wirkende Impulse ihrem psychischen Effekte nach den isolierten Momentanimpulsen gleichgestellt werden. Leider war es mir noch nicht möglich, etwa mit Hilfe eines Oszillographen die durch die Phasenmaschine erzeugten Induktionsströme und die Schwingungen der Telephonmembran objektiv aufzunehmen. Zur Klärung der genannten Fragen war es naheliegend, solche Tonquellen zu verwenden, die Töne mit sinusförmigen Schallwellen erzeugen, also Stimmgabeln und Pfeifen.

§ 86. Ich machte also zunächst Versuche mit einer elektromagnetisch betriebenen Stimmgabel von 256 Schwingungen. Die Ergebnisse davon sind auf der Tafel II für mehrere Versuchsreihen von mir, von stud. phil. Speckmann, Dr. Stenzel, Dr. Specht und Dr. Petermann dargestellt. Einige Versuche führte ich so aus, daß ich zunächst den rechten Schallweg so weit verlängerte, bis der Beobachter zum dritten Male Mitteneindruck angab; sodann verkürzte ich in umgekehrter Weise den rechten Schallweg, bis der Beobachter wiederum zum dritten Male Mitteneindruck konstatierte. In der Tafel sind beide Versuche unmittelbar untereinander eingetragen: der erste (*a*) strichpunktiert (Ton auf der rechten Kopfseite) bezw. ausgezogen (Ton auf der linken Kopfseite), der zweite (*b*) punktiert (Ton auf der rechten Kopfseite) bezw. gestrichelt (Ton auf der linken Kopfseite).

§ 87. Aus der Tafel ist zu ersehen, daß die Verhältnisse bei dem Stimmgabelton genau die gleichen sind wie die bei den mit der Frequenzmaschine und Telephonmembran erzeugten Tönen. Die Momente, in denen der Ton in der Mitte gehört

wurde, liegen für alle Beobachter um ziemlich gleiche Verschiebungsgrößen, nämlich ca. 130 cm im Mittel auseinander; diese Strecke entspricht der Wellenlänge von $c^1 = 256$ Schw., die bei 20° Celsius für Luft in Röhren von ca. 8 mm Weite etwa 130 cm beträgt. Der bei Gleichheit der Weglängen zu Anfang in der Mitte gehörte Ton wandert bei Verlängerung des rechten Schallweges nach links. Bei Verschiebung um $\frac{\lambda}{2}$ oder etwas früher oder später gesellt sich zu ihm auf der rechten Kopfseite in annäherd gleichem Abstande von der Mitte ein zweiter Ton; da $\frac{\lambda}{2}$ ca. 65 cm beträgt, ist die Mittenabweichung der beiden Töne recht groß; immerhin werden beide noch nicht maximal seitlich gehört. Wie aus der Tafel II zu ersehen ist, ließ sich Ton I mehrfach über $\frac{\lambda}{2}$ Verschiebung hinaus nach links verfolgen; ebenso konnte Ton II mehrfach zurückverfolgt werden bis zu einer Verschiebung, die beträchtlich kleiner als $\frac{\lambda}{2}$ war. Bei einer Verschiebung um λ erreichte Ton II die Mitte. Auch dieser Ton ließ sich mehrfach bis über $\frac{3}{2}\lambda$ Verschiebung verfolgen. In der Gegend dieser Verschiebung kommt rechts ein neuer Ton III auf, der bei 2λ Verschiebung die Mitte erreicht. Da der Stimmgabelton ziemlich laut war, erschien er relativ breit, so daß vor allem die Mittenauffassungen eine gewisse Streuungsbreite haben. Die Mitteneinstellungen am Schallwege weichen daher bisweilen um einige Zentimeter von dem aus der Rechnung sich ergebenden Werte 0 cm, 130 cm, 260 cm ab. Je weiter ein Ton von der Mitte absteht, um so schwächer und diffuser lokalisiert ist er. Bei der Verschiebung um $\frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}$ sind die beiden rechts und links gleichzeitig vorhandenen Töne wohl gleich intensiv. Wiederum tritt hier die interessante Erscheinung auf (vgl. Tafel II Nr. 3, 6, 7), daß bei Zusammenauffassung die beiden Töne nach der Mitte wandern und zu dem Phänomen eines einzigen Tones sich vereinigen. Dieser sekundäre Ton in der Mitte bei ungeraden Vielfachen von $\frac{\lambda}{2}$ hat also einen anderen Ursprung als die Töne, die bei λ-(Phasen-)Verschiebung in der Mitte gehört werden.

§ 88. Besonders klar sind die Verhältnisse aus den Aussagen des Herrn D. zu ersehen. Beim Beginn der Versuche hatte er keinerlei Kenntnis um die etwa zu erwartenden Phänomene. Der Umstand, daß ihm ein Ton im Innern des Kopfes lokalisiert erscheinen könne, war ihm gänzlich unbekannt. Mit Überraschung hörte er daher den Stimmgabelton bei einer Verschiebung um 29 cm in der Mitte des Kopfes. Bei Zunahme der Verschiebung verfolgte er den nach links wandernden Ton I, bis er bei 92 cm Verschiebung auch rechts einen Ton II aufkommen hörte. Meiner Aufforderung gemäß konnte er den Ton I noch bis zu einer Verschiebung von 142 cm verfolgen; d. h. er hörte ihn von etwa 100 cm Verschiebung an im linken Ohr. (Vgl. dazu Nr. 8 und Nr. 11 der Tafel II!) Den Ton I dauernd zu beachten, war ihm nicht leicht, da der Ton II sich immer mehr aufdrängte. Den Ton II konnte er von 92 cm rückwärts bis 58 cm Verschiebung verfolgen. Von 92 cm verfolgte er den Ton II, der an Intensität gewann, bis 159 cm, wo er in der Mitte angelangt war; bei 158 cm war zwar auch schon Mitteneindruck da; bei 159 cm war er aber am besten; bei 160,5 cm war der Ton schon nach links aus der Mitte gewichen.

Im zweiten Teil des Versuches fing ich mit den Verschiebungen wieder bei 29 cm an, wo Mitteneindruck vorhanden war; bei 91 cm kam zu Ton I der Ton II hinzu. Als ich nun D. aufforderte, beide Töne gleichmäßig zusammen aufzufassen, bemerkte er, daß beide Töne sich langsam der Mitte näherten und sich schließlich zu einem Mitteneindruck vereinigten. Ich forderte D. auf, diesen Mitteneindruck besonders zu beachten und eventuell zu verfolgen. Ich verminderte die Verschiebungsgröße langsam bis 62 cm; währenddessen bemerkte D., daß der Mitteneindruck langsam nach links abwanderte; bei 62 cm etwa kehrte er wieder um und ging zur Mitte zurück, die er bei 42 cm erreichte und bis 29 cm beibehielt; bei 29 cm Verschiebung war optimaler Mitteneindruck vorhanden. Wiederum ließ ich D. den nach links abwandernden Ton verfolgen, bis Ton II rechts dazu kam; das war wiederum bei 92 cm der Fall; wiederum ließ ich beide Töne zusammen auffassen, sodaß sekundärer Mitteneindruck eintrat. Nunmehr vergrößerte ich die Verschiebung; D. beobachtete, daß der Mitteneindruck nach rechts abwanderte; in der Gegend von ca. 120 cm Verschiebung kehrte der Eindruck um und ging zur Mitte zurück. Bei 159 cm war wieder optimaler Mitteneindruck eingetreten.

Vereinigt man die Tonbewegungen, die hier isoliert in zwei Versuchen unter verschiedenen Beobachtungsbedingungen beobachtet wurden, so erhält man ein Bild der Tonbewegung in Abhängigkeit von der Phasenverschiebung, das von dem Beobachter zuerst nicht selten angegeben wird. Die Verschiebungen seien vom Momente des ersten Mitteneindruckes aus gerechnet. Während der Verschiebung 0 cm — 31 cm $\left(= \text{ca. } \frac{\lambda}{4}\right)$ wandert der Ton aus der Mitte nach links (etwa bis in die Hälfte der Strecke Mitte—Ohr); bei 31 cm kehrt er um zur Mitte zurück, die er bei 63 cm $\left(= \frac{\lambda}{2}\right)$ erreicht; während der Verschiebung 63—85 cm wandert der Ton aus der Mitte nach rechts, bei 85—90 cm $\left(= \text{ca. } \frac{3}{4}\,\lambda\right)$ kehrt der Ton um und erreicht bei 130 cm Verschiebung $(= \lambda)$ wieder die Mitte.

Bei dieser Tonbewegung, die scheinbar dem Phasenunterschied 0, $\frac{\pi}{2}$, π, $\frac{3\pi}{2}$ und 2π folgt, handelt es sich offenbar um eine Mischbildung, die dadurch zustande kommt, daß in dem Gebiete $\frac{\pi}{2}$ bis $\frac{3\pi}{2}$ bezw. $\frac{\lambda}{4}$ bis $\frac{3\lambda}{4}$ Phasenverschiebung die Töne I und II gleichzeitig vorhanden sind, daß diese Töne zusammen aufgefaßt werden und, je nachdem der eine oder andere von ihnen der intensivere ist, einen entsprechend verschobenen sekundären Mitteneindruck ergeben; von $\frac{\lambda}{4}$ bis $\frac{\lambda}{2}$ überwiegt Ton I, von $\frac{\lambda}{2}$ bis $\frac{\lambda}{4}$ überwiegt Ton II.

§ 89. Es ist naheliegend, die beschriebene kombinierte Tonbewegung, besonders den sekundären Mitteneindruck, event. auch auf die Wirksamkeit der Oktave des Stimmgabeltones zurückzuführen. Denn für die Oktave ist ja bei ca. $\frac{\lambda}{2}$ Phasengleichheit zu erwarten. Zur Illustration der daraus sich ergebenden Tonbewegung kann man Nr. 1 u. Nr. 8 der Tafel I aufeinandergelegt denken. Um den event. Einfluß der Oktave, die in dem Stimmgabelton zu hören war, auszuschalten, schickte ich den Ton zunächst durch einen Interferenzapparat und löschte in ihm die Oktave aus. Den von der Oktave gereinigten Ton ließ ich sodann durch die Verschiebungsröhren gehen. An diesem Ton

stellte ich die gleichen einfachen und kombinierten Tonbewegungen fest, wie ich sie als von der Art der Auffassung abhängig geschildert habe.

Es ist, um sekundären Mitteneindruck in der Gegend von $\frac{\lambda}{2}$ zu erzielen, durchaus nicht immer nötig, beide Töne I u. II absichtlich zusammen aufzufassen. Nicht selten ist es der Fall, daß in dem Momente, in dem neben dem Ton I plötzlich der Ton II aufkommt, beide Töne unwillkürlich zusammen aufgefaßt werden; die Folge davon ist dann nicht selten, daß der Ton I in einer Scheinbewegung durch die Mitte nach rechts springt und dort als Ton II, d. h. eigentlich als derselbe Ton, erscheint. Erst wenn die Beobachter den Ton I vorwärts, also weiter nach links gehend, und den Ton II rückwärts, also weiter nach rechts gehend, verfolgen, erkennen sie, daß beide Töne nicht identisch sind, ja daß beide Töne über einen gewissen Verschiebungsbereich gleichzeitig links und rechts gehört werden können.

§ 90. Da es für die Frage, wie die Lokalisation der Töne von der Phasenverschiebung abhängt, von besonderer Wichtigkeit ist, zu wissen, welche Phänomene bei einer Verschiebung um $\frac{\lambda}{2}$ vorliegen, so habe ich diesem Punkte besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Da die Stimmgabeltöne bei ihrer Wanderung an Intensität verlieren, bezw. mit geringer Intensität anfangen, da sie in Verbindung damit auch diffuser lokalisiert erscheinen, so muß der Beobachter schon einige Übung in der Auffassung solcher seitlich lokalisierten Töne haben. Dann aber geben alle Beobachter, so auch Dr. Stenzel und Dr. Specht an, daß sie vor, bei und nach $\frac{\lambda}{2}$ Verschiebung bestimmt 2 Töne rechts und links hören. Dr. Specht gab außerdem an, daß diese beiden Töne bei Verschiebung um 65 cm zu einem Tone zusammengingen, daß dieser Ton aber noch etwas rechts von der Mitte lag; bei Verschiebung um weitere 7 cm, also bei 72 cm war sekundärer Mitteneindruck vorhanden. Ein zweites Mal hatte Dr. Specht bei 216 cm Verschiebung (d. h. bei ca. 21 cm hinter $\frac{3\lambda}{2}$!) die zunächst links und rechts getrennt gehörten Töne II u. III als sekundären Mitteneindruck vereinigt.

§ 91. Auf einen schon mehrfach erwähnten Umstand sei noch besonders hingewiesen, nämlich auf die Veränderung der

Intensitäten der wandernden Töne. Bei allen bisher von mir untersuchten Tönen zeigte es sich, daß der Ton I mit zunehmendem Mittenabstande an Intensität verlor; umgekehrt gewann Ton II bei seiner Wanderung zur Mitte hin stetig an Intensität. Maximale Intensität hatten die Töne nur bei 0 Phasenverschiebung. Auch scheint die Intensität des sekundären Mitteneindruckes bei Verschiebung um $\frac{\lambda}{2}$ höher zu sein als die Intensität der Einzeltöne I u. II.

§ 92. Da elektromagnetisch betriebene Stimmgabeln unfrei schwingen, so ging ich zu Versuchen mit Tonerregern über, bei denen ich sicher sein durfte, daß die von ihnen erzeugten Luftschwingungen wirklich stetig und sinusartig waren. Ich benutzte frei schwingende Stimmgabeln von verschiedener Schwingungszahl und Pfeifen. Mißlich war es, daß die Stimmgabeln von Zeit zu Zeit angeschlagen werden mußten, daß also die Intensitäten nicht konstant blieben. Bei derartig erzeugten Stimmgabeltönen hat der Ton beim ersten Ertönen einen andern Ort als nach einiger Zeit des Tönens. Beim ersten Auftreten des Stimmgabeltones hat man es gleichsam mit Momentanreizen zu tun, deren Zeitdifferenz durch den absoluten Unterschied der beiden Schallwege bestimmt ist. Dem entsprechend ist der Ton beim Einsatz lokalisiert. In weiteren Verlauf des Tönens macht sicht erst allmählich der Phasenunterschied bezw. die Zeitdifferenz zwischen gleichen Phasen geltend; demgemäß verläßt der Ton seinen ersten Ort, um allmählich einen dieser relativen Zeitdifferenz entsprechenden Ort einzunehmen.

§ 93. So verschieden diese Schallquellen und die Tonhöhen (die höchste betrug 1000 Schw.) auch waren, so erhielt ich (vgl. Tafel II Nr. 10—14) immer wieder die gleichen in den vorigen Paragraphen geschilderten Ergebnisse: Ein Ton I wandert aus der Mitte nach links, ein Ton II kommt rechts auf, Ton I verschwindet, Ton II geht nach der Mitte usw. Nur einige wenige Beispiele teile ich mit. 1. Beispiel: Schallquelle war Stimmgabel *a* mit 426 Schwingungen. Dr. Petermann beobachtete: Bei 26 cm Mitte, 66 cm rechts und links ein Ton, 105 cm Mitte, 156 cm rechts und links ein Ton, 169 cm der linke Ton ist leise geworden, der rechte Ton ist laut und sehr deutlich, 181 cm Mitte. 2. Beispiel: Ich selbst beobachtete bei $a^1 = 426$ Schwingungen, bei 26 cm Mitte, 60 cm Ton links, 70 cm Ton links, 80 cm links und rechts ein Ton, bei 104 cm

der rechte Ton in der Mitte, bei 148 cm links und rechts ein Ton, bei 180 cm der rechte Ton in der Mitte. Bei Dr. P. betrugen also die beiden Mittenabstände 79 cm und 76 cm, bei mir 78 cm und 76 cm. Die durch Rechnung gefundene Wellenlänge betrug 78 cm. 3. Beispiel: Schallquelle war eine Pfeife zu 600 Schwingungen. Speckmann beobachtete bei 6 cm Mitte, 17 cm Ton links, bei 30 cm links und rechts ein Ton, 63 cm rechter Ton in der Mitte, 70 cm dieser Ton links, 90 cm links und rechts ein Ton, 108 cm der rechte Ton allein, 121 cm der rechte Ton in der Mitte. 4. Beispiel: Bei dem Stimmgabelton $c^2 = 512$ Schwingungen konnte ich den Ton I über $\frac{\lambda}{2}$ hinaus bis 44 cm vorwärts und den Ton II bis unter $\frac{\lambda}{2}$ bis 21 cm verfolgen. Mitte trat am besten bei 65 cm Verschiebung ein, was der Wellenlänge genau entspricht. Wurde von vornherein eine Verschiebung um 32,5 cm vorgenommen und dann gehört, so trat sofort »fast Mitteneindruck« ein, die Töne I u. II hörte ich überhaupt nicht. 5. Beispiel: Bei Stimmgabelton $a^1 = 426$ Schwingungen hörte ich Ton I bis 51 cm Verschiebung; bei 53 cm trat Ton II hinzu; 76 cm und 153 cm ergaben Mitte; die beiden Mittendifferenzen betrugen also 76 cm und 77 cm. Bei 147 cm Verschiebung wurde a^1 rechts von der Mitte, bei 151 cm und 153 cm in der Mitte, bei 156 cm links von der Mitte gehört. 6. Beispiel: Ebenso wurde der Stimmgabelton $a = 223$ Schwingungen bei 156 cm links von der Mitte, bei 152,5 cm in der Mitte, bei 145 cm deutlich rechts von der Mitte gehört. 7. Beispiel: Für den Ton $g^1 = 384$ Schwingungen fand ich als erste Mittendistanz 86 cm ($\lambda = 87$ cm). 8. Beispiel: Bei dem Ton 150 Schwingungen war bei 53 cm weit links Ton I relativ stark und rechts im Ohr Ton II ganz schwach vorhanden; bei 222 cm, 224 cm, 227 cm war Ton II in der Mitte bei 232 cm deutlich links, bei 210 cm deutlich rechts. Die Wellenlänge dieses Tones war $\lambda = 222$ cm.

Sobald neben dem Grundton auch relativ starke Obertöne vorhanden sind, werden die Phänomene der dichotisch gehörten Töne unübersichtlich; bedeutet doch eine bestimmte Wegverlängerung für jeden dieser Obertöne eine verschieden große Verschiebung gleicher Phasen; bisweilen hat man daher den Eindruck, als ob gleichzeitig rechts und links von der Mitte mehr als zwei lokalisierte Töne verschiedener Tonhöhe vorhanden

wären; diese sind aber isoliert überaus schwer oder gar nicht zu verfolgen.

§ 94. Nachdem sich mir in den zuletzt geschilderten Versuchen die Abhängigkeit der Lokalisation eines dichotisch aufgefaßten Tones von der zeitlichen Verschiebung gleicher Phasen klar enthüllt hatte, kehrte ich zu meinen ersten Versuchen mit der Phasenmaschine zurück. Wie war es zu verstehen, daß bei ihnen der Ton niemals auf der linken Kopfseite gehört wurde? Nun ergab sich mir, daß es bei Phasenunterschied Null vor allem darauf ankam, durch Abstufung der Intensität der Telephonströme den Ton wirklich in die Mitte zu bringen; der Ton durfte vor allem nicht zu laut sein; auch war es zweckmäßig, die Tonhöhe nicht zu hoch zu wählen. Ich machte Versuche mit 600, 400 und 210 Touren, also mit Tönen von 1000, 666 und 350 Schwingungen. Wurde nun die (Phasen-)Verschiebung unwissentlich und langsam ausgeführt, so beobachteten stud. Speckmann und ich bei allen drei Tonhöhen übereinstimmend folgendes: Der Ton in der Mitte wandert bis $\frac{\lambda}{2}$ Verschiebung mehr und mehr nach rechts, nimmt dabei an Intensität zunächst noch zu! Bei $\frac{\lambda}{2}$ tritt links zu diesem Ton I ein leiserer Ton II, der zwischen $\frac{\lambda}{2}$ und λ nach der Mitte wandert und an Intensität gewinnt, ohne die Intensität des Tones I zu erreichen. Da der Ton I den Ton II stark übertönt, so geht aus der Verbindung von Ton I und Ton II leicht ein sekundärer Ton (wie oben geschildert) hervor, der mit Abnahme der Intensität von Ton I und Zunahme der Intensität von Ton II (der langsam nach der Mitte wandert) scheinbar von rechts nach der Mitte zurückwandert. Aus der Entstehung eines solchen sekundären Tones, die leicht und stets dann eintritt, wenn zwei zugleich vorhandene Töne (von denen der eine überdies sehr viel lauter ist) gleichmäßig beachtet werden, dürften sich die Ergebnisse der ersten Versuche mit der Phasenmaschine erklären. In Wirklichkeit sind zwei isolierte, rechts und links lokalisierte Töne da; die Verhältnisse des Wanderns usw. sind bei ihnen dieselben wie die bei den durch Stimmgabeln und Pfeifen erzeugten Tönen. Unerklärlich ist nur noch der große Intensitätenunterschied beider Töne und die geschilderte Veränderung der Intensitäten während der Phasenverschiebung.

§ 95. Die Phänomene des Mitteneindruckes, des Wanderns des bei Phasenverschiebung 0, λ, 2λ in der Mitte gehörten Tones nach der Kopfseite, deren Schallzuleitungsweg der kürzere ist, die Phänomene des Aufkommens neuer Töne sind qualitativ und quantitativ dieselben, mögen die Töne durch Stimmgabeln, Pfeifen oder durch die Phasenmaschine erzeugt sein. Sie sind aber auch dieselben wie die bei Momentanreizen beobachtbaren, obwohl diesen keine stetigen sinusartigen Bewegungen des Mediums entsprechen.

Die besprochenen Phänomene lassen sich vollkommen aus den zeitlichen Abständen gleicher Phasen oder Impulse der beiden aufeinander bezogenen Schwingungssysteme verstehen. Während aber bei Momenteneindrücken die Lokalisation von der durch den absoluten Unterschied der Schallwege gegebenen Zeitdifferenz abhängt, sind bei den Dauertönen die erwähnten Phänomene nicht durch diesen absoluten Wegeunterschied, sondern nur durch den relativen zeitlichen Unterschied gleicher Phasen bedingt.

§ 96. Dabei ist vorausgesetzt, daß die Gesamtintensitäten der Einzelschwingungen des dichotischen Reizpaares gleich groß sind. Schwächt man den einen Reiz durch Zusammendrücken seines Zuleitungsschlauches, so wandert der dichotisch gehörte Ton sofort nach der andern Kopfseite ab. Man könnte erwarten, daß die Einzelreize in den verschieden langen Zuleitungsröhren verschieden stark geschwächt würde. Auf Grund des sukzessiven Vergleiches der Einzeltöne konnten auch geübte Beobachter darüber keine sichern Angaben machen.

Eine stärkere Abnahme der Intensität der den längeren Weg durcheilenden Schallwellen müßte zur Folge haben, daß mit Zunahme der Verschiebungen die Mitteneindrücke sich bei zunehmend kleineren Verschiebungen als 1λ, 2λ, 3λ einstellten. Bei den untersuchten hohen Tönen ist das kaum der Fall. Aber schon bei dem Tone von 426 Schwingungen könnte etwas derartiges vorliegen. Seine berechnete Wellenlänge betrug 78 cm; die bei Dr. Petermann gemessenen Mittenabstände betrugen 79 cm, 76 cm und 74 cm. Bei dem Tone von 256 Schwingungen möchte es ebenfalls für eine Intensitätsabnahme des im rechten Ohre wirkenden Reizes sprechen, daß die ersten Mittenabstände im Durchschnitt kleiner sind als 1λ ($\lambda = 130$ cm), daß die Abstände des ersten und dritten Mitteneindruckes aber mit einer einzigen Ausnahme alle kleiner sind als 2λ. Auch bei dem Tone von

150 Schwingungen ist eine solche Verlagerung des zweiten Mitteneindruckes wiederholt beobachtet.

Die mitgeteilten Beobachtungen genügen aber noch nicht, um die Frage, in welcher Weise die Schallwellen mit Zunahme der Länge der Röhrenleitung an Intensität verlieren, sicher zu beantworten. Ihre Beantwortung hätte aber nicht nur eine rein physikalische Bedeutung. Denn erst auf Grund ihrer Beantwortung läßt sich die psychologisch wichtige Frage beantworten, inwiefern die Schwelle für Bestimmung des Mitteneindruckes von der Natur des Tones allein oder von ihr und gleichzeitig von dem Intensitätenverlust abhängt.

§ 97. Zeichnet man sich die beiden gegeneinander verschobenen Wellenzüge in Form von Sinusschwingungen auf (vgl. Fig. 6), so kann man nach den bisher geschilderten Beobach-

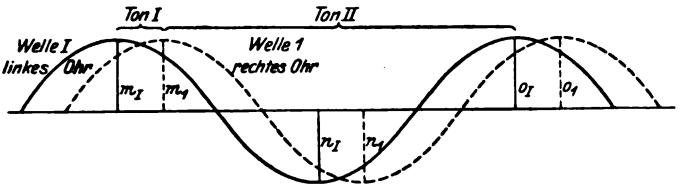


Fig. 6.

tungen annehmen, daß für die Lokalisation eines Tones die Zeitdifferenz zwischen den positiven Maxima, also m_I und m_1 für Ton I und m_1 und o_I für Ton II in Frage kommt. Käme auch die Verbindung von m_1 und dem negativen Maximum n_I für einen Ton in Frage, so müßte dieser Ton II′ bei einer Phasenverschiebung von 0 bis $\frac{\lambda}{2}$ von rechts bis nach der Mitte wandern. Ein solcher Ton ist aber von keiner meiner Vpn. beobachtet worden. Wohl wird vor $\frac{\lambda}{2}$ schon ein Ton II bemerkt; dieser entspricht aber einer Verbindung von m_1 mit dem zweiten positiven Maximum o_I des ersten Wellenzuges; denn erst wenn die Zeitdifferenz zwischen m_1 und o_I, nicht die zwischen m_1 und n_I, Null geworden ist, kommt der Ton II $(m_1 + o_I)$ in der Mitte an.

Es scheint mir sehr bemerkenswert zu sein, daß entgegengesetzten Phasen $\left(\text{Verschiebung um } \frac{\lambda}{2}\right)$ zunächst kein in ähnlicher Weise lokalisierter Ton entspricht wie gleichen Phasen.

Ob der sekundäre Mitteneindruck, der in der Gegend von $\frac{\lambda}{2}$ vorhanden sein kann, aus der Verbindung der beiden entgegengesetzten Phasen oder aus einer synthetischen Perzeption der Einzeltöne I und II hervorgeht, läßt sich nicht definitiv entscheiden. Dafür daß letzteres der Fall sein möchte, spricht aber der Umstand, daß jener sekundäre Einheits- und Mitteneindruck erst eintritt, oft zeitlich verfolgbar, wenn die Einzeltöne gleichzeitig gleichmäßig beachtet werden.

Die qualitative Erscheinungsweise der Töne, besonders ihre Breite und ihr voluminöser Charakter, mögen vielleicht von der Art und Weise abhängen, in der die Amplitude der Schwingungen der Luftteilchen in der Zeit sich ändert. Daraus erklärte es sich bis zu einem gewissen Grade, daß Töne mit langer Wellenlänge breit, Töne mit kurzer Wellenlänge schmal und sogar spitz erscheinen können, daß tiefe Töne mit Abnahme der Intensität mehr und mehr diffus lokalisiert erscheinen usw.

§ 98. Auf Grund der mitgeteilten Beobachtungen scheint es nicht schwierig zu sein, die Widersprüche zwischen den zur Erklärung der Lokalisation von Tönen aufgestellten Theorien sowie Unstimmigkeiten in ihnen zu beheben. In einer wesentlichen Hinsicht wird durch meine Beobachtungen die von v. Hornbostel und Wertheimer aufgestellte sogen. Zeittheorie (l. c. S. 393) bestätigt. In nicht unwesentlichen Punkten bedarf diese »Zeittheorie« auch hier wieder der Korrektur (vgl. § 52).

Nach der Zeittheorie von v. H. und W. »wird der Subjektivwinkel gleich 90° bei einem bestimmten Grenzwert $\left(\frac{k}{c} = 0{,}63\,\sigma\right)$ des Zeitunterschiedes zwischen gleichen Phasen im einen und andern Ohr, und welcher Phasenunterschied diesem Grenzwert entspricht, wird von der Schwingungsdauer (oder Wellenlänge) abhängig«. Zutreffend ist es, daß Richtung und Ausmaß der Abweichung eines Tones von der Mitte allein von dem Zeitunterschiede zwischen gleichen Phasen abhängen. Nicht richtig ist aber die Annahme, daß der Grenzwert des Zeitunterschiedes zwischen gleichen Phasen $0{,}63\,\sigma$ betrage. Da v. Hornbostels und Wertheimers Einzelerörterung der Verhältnisse, wie sie bei Phasenverschiebung ihrer »Zeittheorie« gemäß sich ergeben, von jener Annahme wesentlich abhängt, so kann sie mit Hinfälligwerden eben dieser Annahme nicht

mehr zutreffend sein. Dieser Annahme gemäß spielt der Ton von ca. 810 Schwingungen deshalb eine ausgezeichnete Rolle unter allen Tönen, da für ihn $\frac{\lambda}{2}$ ungefähr 21 cm beträgt. Dieser Ton soll bei einer Phasenverschiebung von 0 bis $\frac{\lambda}{2}$ aus der Mitte bis 90° seitwärts abwandern; bei $\frac{\lambda}{2}$ soll in gleicher Mittenabweichung auf der andern Seite ein zweiter Ton gehört werden und dieser soll bei Verschiebung von $\frac{\lambda}{2}$ bis λ nach der Mitte wandern. Bei Tönen mit kleinerem $\frac{\lambda}{2}$ (< 21 cm) sollen die beiden Töne I und II nicht bis 90° Mittenabweichung haben, und bei Tönen mit $\frac{\lambda}{2} > 21$ soll es vor und nach $\frac{\lambda}{2}$ ein Überwinkelgebiet geben, in dem die lokalisierten Töne I und II mehr als 90° Seitenwinkel haben! Da nun aber nicht $\frac{21\text{ cm}}{c}$ Sek., sondern ca. $\frac{90\text{ cm}}{c}$ Sek. die Zeitdifferenz für maximale Mittenabweichung ist, so hat der Ton von 810 Schwingungen bei $\frac{\lambda}{2}$ noch keineswegs maximale Mittenabweichung erreicht; noch weit über $\frac{\lambda}{2}$ Verschiebung hinaus wird er wandernd gehört; ja er erreicht überhaupt nicht maximale Mittenabweichung (vgl. Tafel I Nr. 8 und 9). Ebenso wird Ton II beträchtlich vor $\frac{\lambda}{2}$ Verschiebung gehört, ohne maximale Mittenabweichung zu besitzen. Diese können im besten Falle nur Töne mit $\lambda \geqq$ ca. 90 cm erreichen. Bei Tönen, deren $\frac{\lambda}{2} > 21$ cm ist, von einem Überwinkelgebiet zu sprechen, ist nicht zulässig. Solange $\lambda <$ ca. 90 cm ist, wird Ton I zwar über $\frac{\lambda}{2}$ hinaus beobachtet werden können (z. B. Tafel I der Ton mit $\lambda = 50$ oder $\lambda = 33$ cm); aber maximale Mittenabweichung hat er bei seinem Verschwinden noch nicht erreicht. Erst wenn $\lambda \gtrless$ ca. 90 cm ist (z. B. $\lambda = 130$ cm), wird der aus der Mitte abwandernde Ton bis zur maximalen Mittenabweichung verfolgt werden können (so Ton II auf Tafel II Nr. 3,

$\lambda = 130$ cm, Nr. 8 $\lambda = 130$ cm). Nicht selten geben die Vpn. an, daß Ton I bis ins linke Ohr abgewandert sei, dort verharre, während Ton II sich von rechts der Mitte nähere. So wurde (Tafel II Nr. 11) der Ton I von ca. 90—144 cm Verschiebung dauernd im linken Ohr und Ton II gleichzeitig im rechten Ohr gehört; bei 144 cm fing Ton II an gegen die Mitte zu wandern. Ein Überwinkelgebiet existiert nicht.

Gemäß ihrer Annahme, daß 21 cm die Luftbasis sei, vertreten v. Hornbostel und Wertheimer die Ansicht, daß erst bei $\lambda \leqq 21$ cm bei allen Phasendifferenzen zwei Zeitunterschiede gleichzeitig auftreten. Dies trifft nicht zu. Solche gleichzeitigen Zeitdifferenzen und demnach auch gleichzeitig rechts und links hörbaren Töne treten schon bei viel größeren Wellenlängen, z. B. bei $\lambda = 130$ cm auf, wie ausTafel I und II zu ersehen ist. Es findet daher auch nicht erst unterhalb von $\lambda = 21$ cm eine sekundäre Vereinigung der beiden Töne I und II statt. Sie ist einwandfrei in der Gegend von $\frac{\pi}{2}$ Phasenverschiebung beispielsweise bei $\lambda = 130$ cm beobachtet.

Eine sehr wesentliche Korrektur muß die von v. H. u. W. entwickelte »Zeittheorie« noch insofern erfahren, als nach ihr etwaige Intensitätsdifferenzen der dichotischen Tonreize keinen Einfluß auf die Tonlokalisation haben sollen. Davon, daß eine Differenz der Gesamtintensitäten beider Reize einen sehr entschiedenen Einfluß auf die Umlokalisation eines bei einer gewissen Phasenverschiebung lokalisierten Tones hat, kann man sich nur allzu leicht überzeugen. Die »reine« Zeittheorie gilt also auch hier wieder nur unter der Voraussetzung, daß die Gesamtintensitäten der Tonreize gleich sind; sie erfaßt wiederum nur die Hälfte der Bedingungen. Die Verhältnisse liegen auch in bezug auf die Intensität der Tonreize, als einer notwendigen Bedingung der Lokalisation, ganz ähnlich wie bei den kurzdauernden Reizen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß man von einer »Zeittheorie« nicht sprechen darf, da neben den von H. u. W. richtig erkannten Zeitdifferenzen der gleichen Phasen auch die Intensitätsdifferenzen der Tonreize stets in gleicher Weise für die Lokalisation der Töne bestimmend sind. Davon abgesehen ist die Fassung, welche ihr v. H. u. W. gegeben haben, zu eng; in dieser Fassung entspricht sie den Tatsachen nicht. Die zu enge Fassung ist letzten Endes durch die unzutreffende Annahme bedingt, daß

die Luftbasis 21 cm betrage, bezw. daß bei $21 \cdot 3 \cdot 10^{-5}$ Sek. Zeitdifferenz ein dichotisch gehörter Schall bis zu maximaler Mittenabweichung abgewandert sei.

§ 99. Die gleiche Annahme liegt den Versuchen und der Theorie von H. Hecht zugrunde. Leider wird auch in dieser Arbeit allzusehr zusammenfassend über die Versuche berichtet. Auch H. Hecht weist jener Annahme gemäß dem Tone von 800 Schwingungen eine Sonderstellung zu. Die Lokalisation der Töne unter 800 Schwingungen soll von der Zeitdifferenz gleicher Phasen, bis zu einem gewissen Grade aber auch von dem Phasenunterschied beider Erregungen abhängen; die Töne von mehr als 800 Schwingungen sollen nur nach ihrem Intensitätsunterschied lokalisiert werden. Von vornherein mußte es als wenig wahrscheinlich erscheinen, daß für verschiedene Tonbereiche verschiedene Lokalisationsprinzipien gelten sollten. Aus allen meinen Beobachtungen geht hervor, daß beides: Zeitdifferenzen gleicher Phasen und Intensitätsunterschiede, für alle untersuchten Töne von 180 bis 1333 Schwingungen gleichzeitig für die Lokalisation in Frage komme. Bleibt die Zeitdifferenz konstant, so hängt die Lokalisation allein von dem Intensitätsunterschied ab, und umgekehrt: ist die Intensität der beiden Reize gleich, so wird die Lokalisation allein durch die Zeitdifferenzen bedingt. Die Hechtsche Annahme, daß $6 \cdot 10^{-4}$ Sek. die Zeitdifferenz für maximale Mittenabweichung sei, widerspricht der Erfahrung; diese lehrt, daß bei den beiden Tönen von 400 und 800 Schwingungen die durch Phasenverschiebung bedingten Tonverhältnisse andere sind, als sie H. Hecht beschreibt.

Für Töne von 400 Schwingungen findet H. Hecht: »Der Phasendifferenz Null entspricht eine scheinbare Lage der Schallquelle (?) in der Medianebene, während bei Vergrößerung bezw. Verkleinerung der Phasendifferenz bis zu 90° die Schallquelle ganz gleichmäßig nach rechts bezw. links auszuwandern scheint, um bei 90° die Grenzlage zu erreichen. Vergrößert man nun die Phasendifferenz noch weiter von 90 bis 180°, so wandert, genau wie auf dem Hinwege, die Schallquelle gleichmäßig von der Extremlage nach der Medianebene zurück.« Zwischen 180° und 270° wandert nach H. Hecht die Schallquelle nach der anderen Kopfseite, und zwischen 270 und 360° kehrt sie wieder zur Medianebene zurück. Dem gegenüber finde ich wie bei jedem Ton so auch bei dem vergleichbaren Ton einer Stimmgabel von 426 Schwingungen, daß der bei Phasendifferenz 0 in der

Mitte gehörte Ton bis zu einer Zeitdifferenz von $47 \cdot 3 \cdot 10^{-5}$ Sek. und nicht, wie Hecht meint, nur bis $21 \cdot 3 \cdot 10^{-5}$ Sek. nach links verfolgt werden kann. Vor seinem Verschwinden tritt rechts ein zweiter Ton auf; über eine gewisse Zeit bei 180° Phasendifferenz sind beide Tone gleichzeitig rechts und links zu hören; Ton II wandert nach der Mitte, die er bei Phasendifferenz 360° erreicht. Für das Gebiet 0°—90° und 270°—360° Phasendifferenz stimmen meine Beobachtungen mit den Angaben von H. Hecht überein. In dem Gebiete von 90 bis 270° scheinen die beiderseitigen Feststellungen zu differieren. Aber der Widerspruch ist nur ein scheinbarer; denn er läßt sich sofort beseitigen, wenn man bedenkt, daß in diesem Gebiete gleichzeitig zwei Töne von im allgemeinen verschiedener Intensität gehört werden. Diese Töne werden fast durchweg nur dann isoliert in ihrem Wandern aufgefaßt, wenn während der konzentrierten Beobachtung die Phasenverschiebung vorgenommen wird. Wird während der Phasenverschiebung die Beobachtung ausgesetzt, so werden die beiden Töne meistens überhaupt nicht als zwei getrennte Töne gehört; sie erscheinen vielmehr als ein einziger Ton, den ich oben als sekundären Ton bezeichnet habe. Dieser Ton liegt zwischen 90° und 180° auf der Seite des stärkeren Tones I; je mehr die Phasenverschiebung sich 180° nähert, um so mehr verliert Ton I und gewinnt Ton II an Intensität; bei 180° sind beide Intensitäten gleich; der sekundäre Ton erscheint daher in der Mitte; von 180° bis 270° überwiegt die Intensität des Tones II; folglich wandert der sekundäre Ton aus der Mitte nach der andern Seite; sobald die Intensität des Tones I zu gering ist (etwa bei 270° Phasendifferenz), wird der Ton II allein nach der Mitte wandernd gehört. Das Phänomen des wandernden sekundären Tones tritt nicht ein, sobald bei Dauerbeobachtung die Töne I und II streng isoliert verfolgt werden; es ist an eine Zusammenauffassung beider Töne gebunden. Liegt keine Dauerbeobachtung, sondern unterbrochene Beobachtung vor, dann ist im allgemeinen auch eine Zusammenauffassung der Töne gegeben. Ich vermute also, daß die von H. Hecht im Gebiete von 90° bis 270° beschriebenen Phänomene die von mir und meinen Vpn. beobachteten Phänomene des sekundären Tones sind. Vor allem haben meine Vpn. bei verschiedenen Tonhöhen für ca. 180° Phasenverschiebung wiederholt den sekundären Mitteneindruck angegeben.

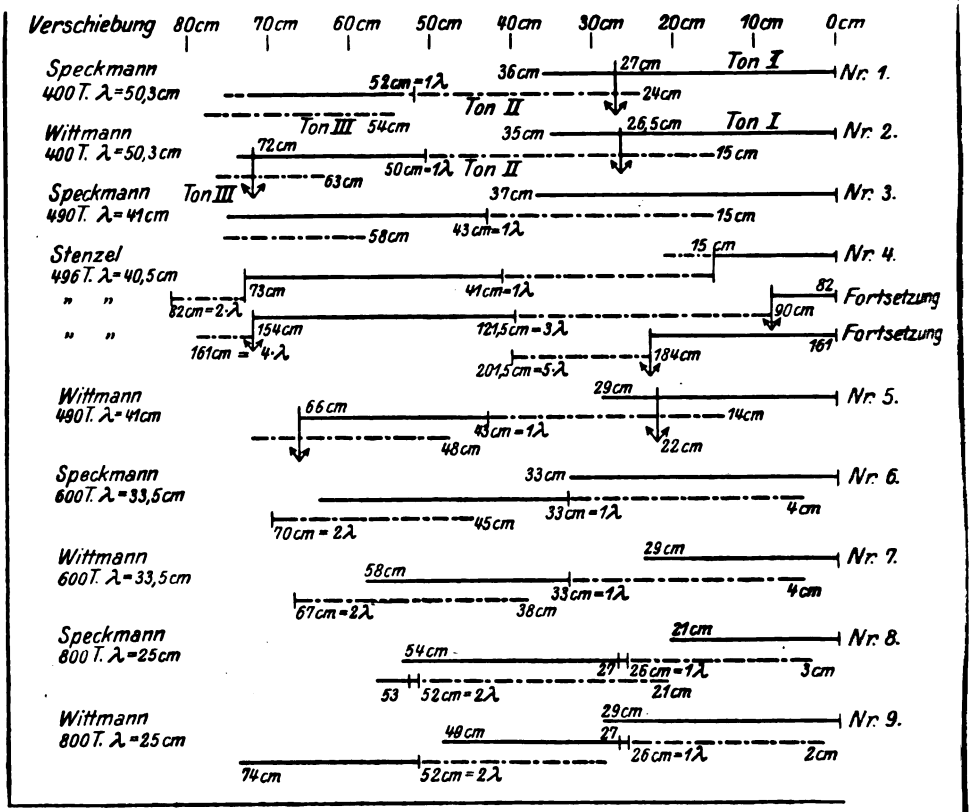
Für Töne von 800 Schwingungen sind die Verhältnisse ge-

nau die gleichen; aber auch für Töne von 1000 und 1333 Schwingungen sind sie dieselben. Die Tonbewegung, welche H. Hecht für Phasenverschiebung bei 800 Schwingungen beschreibt, ist als eine Mischung aus dem Tone I (0—170°), der sekundären Verbindung von Ton I und II (zwischen 170° und 190°) und dem Tone II (zwischen 190° und 360°) anzusehen. In dem Kurvenbilde von H. Hecht für 800 Schwingungen kommt deutlich zum Ausdruck, daß seine Beobachter den relativ intensiven Ton I über 90° hinaus bis ca. 170° Phasenverschiebung isoliert verfolgt haben, was offenbar bei 400 Schwingungen nicht der Fall war. Tatsächlich kann Ton I bei den hohen Tönen noch viel weiter bis in die Gegend 360° Phasenverschiebung = λ-Verschiebung verfolgt werden.

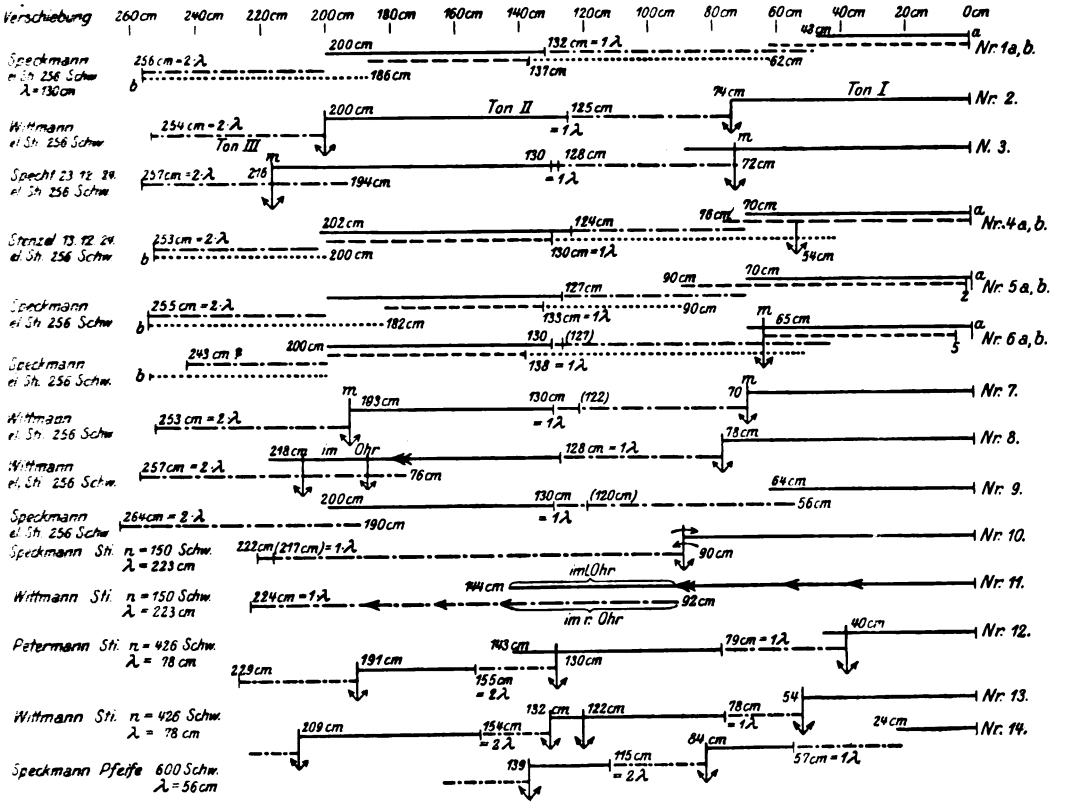
Zusammenfassend möchte ich sagen, daß die Beobachtungen von H. Hecht sich aus den Ergebnissen meiner Versuche vollständig verstehen lassen, daß sie aber kein reines und kein erschöpfendes Bild der tatsächlichen Verhältnisse geben. Dem Tone von 800 Schwingungen kann ich keine Sonderstellung einräumen, da die Voraussetzungen dazu nicht zutreffen. Für alle Lokalisationseffekte von dichotisch gehörten Tönen gelten die Zeitdifferenzen zwischen gleichen Phasen und die Differenzen der Gesamtintensitäten als gleichwertige Bedingungen.

§ 100. Ich fasse die Ergebnisse des IV. Teiles zusammen. Die Lokalisation dichotisch gehörter Dauertöne hängt ebenso von der Differenz der Gesamtintensitäten der Schwingungen wie von der Zeitdifferenz gleicher Phasen ab. Für die untersuchten Töne, deren Schwingungszahlen zwischen 150 und 1333 Schwingungen liegen, ergeben sich prinzipiell die gleichen Phänomene. Während einer Phasenverschiebung um 2π bezw. um λ werden bei allen Tonhöhen zwei Töne I und II von wechselnder Intensität und von wechselndem Mittenabstand gehört, die an sich nichts miteinander zu tun haben. Über gewisse Verschiebungsbereiche, deren Ausdehnung sehr verschieden sein kann, werden diese Töne gleichzeitig links und rechts von der Mitte gehört. In diesem Falle führt eine Zusammenauffassung der zwei Töne I und II zur Entstehung eines sekundären Tonphänomens, das den Verschiebungen und Intensitätsänderungen der Töne

Tafel I.


Verschiebung
80cm
70cm
60cm
50cm
40cm
30cm
20cm
10cm
0cm
Speckmann
400 T. λ=50,3cm
Wittmann
400 T. λ=50,3cm
Speckmann
490 T. λ=41cm
Stenzel
496 T. λ=40,5cm
Wittmann
490 T. λ=41cm
Speckmann
600 T. λ=33,5cm
Wittmann
600 T. λ=33,5cm
Speckmann
800 T. λ=25cm
Wittmann
800 T. λ=25cm
Ton I
Ton II
Ton III
Nr. 1.
Nr. 2.
Nr. 3.
Nr. 4.
Nr. 5.
Nr. 6.
Nr. 7.
Nr. 8.
Nr. 9.
Fortsetzung
Fortsetzung
52cm=1λ
36cm
27cm
24cm
54cm
35cm
26,5cm
72cm
50cm=1λ
15cm
63cm
37cm
58cm
43cm=1λ
15cm
73cm
41cm=1λ
82
82cm=2λ
90cm
154cm
121,5cm=3λ
161cm=4λ
161
201,5cm=5λ
184cm
66cm
29cm
14cm
43cm=1λ
48cm
22cm
33cm
33cm=1λ
4cm
70cm=2λ
45cm
29cm
58cm
33cm=1λ
4cm
67cm=2λ
38cm
21cm
54cm
27
26cm=1λ
3cm
53
52cm=2λ
21cm
29cm
49cm
27
26cm=1λ
2cm
74cm
52cm=2λ

Tafel II.


Verschiebung
260cm 240cm 220cm 200cm 180cm 160cm 140cm 120cm 100cm 80cm 60cm 40cm 20cm 0cm
Speckmann el. Sh. 256 Schw. λ=130cm
256cm=2·λ
200cm
132cm=1λ
137cm
186cm
62cm
48cm
Nr. 1a, b.
Wittmann el. Sh. 256 Schw.
254cm=2·λ
Ton III
Ton II
125cm
=1λ
74cm
Ton I
Nr. 2.
N. 3.
Specht 23. 12. 29. el. Sh. 256 Schw.
257cm=2·λ
216
194cm
130
128cm
=1λ
72cm
Stenzel 13. 12. 29. el. Sh. 256 Schw.
253cm=2·λ
202cm
124cm
130cm=1λ
200cm
78cm
70cm
54cm
Nr. 4a, b.
Speckmann el. Sh. 256 Schw.
255cm=2·λ
182cm
127cm
135cm=1λ
90cm
90cm
70cm
Nr. 5a, b.
65cm
Nr. 6a, b.
Speckmann el. Sh. 256 Schw.
243cm
200cm
130
(127)
138=1λ
Wittmann el. Sh. 256 Schw.
253cm=2·λ
193cm
130cm (122)
=1λ
70
Nr. 7.
78cm
Nr. 8.
Wittmann el. Sh. 256 Schw.
257cm=2·λ
248cm im Ohr
76cm
128cm=1λ
64cm
Nr. 9.
200cm
130cm (120cm)
=1λ
56cm
Speckmann el. Sh. 256 Schw.
264cm=2·λ
190cm
Nr. 10.
Speckmann Sti. n=150 Schw. λ=223cm
222cm (217cm)=1λ
90cm
im l. Ohr
144cm
Nr. 11.
Wittmann Sti. n=150 Schw. λ=223cm
224cm=1λ
92cm
im r. Ohr
Petermann Sti. n=426 Schw. λ=78cm
143cm
79cm=1λ
40cm
Nr. 12.
229cm
191cm
155cm
=2λ
130cm
Wittmann Sti. n=426 Schw. λ=78cm
132cm
122cm
78cm
=1λ
54
Nr. 13.
209cm
154cm
=2λ
24cm
Nr. 14.
84cm
57cm=1λ
Speckmann Pfeife 600 Schw. λ=56cm
139
115cm
=2λ

I und II entsprechend Wanderungen um die Mitte herum ausführt. Dieses Tonphänomen muß streng von den Tönen I und II unterschieden werden. Offenbar spielte es in den bisherigen Theoriebildungen eine besondere und zwar irreführende Rolle. Es besteht keine Berechtigung, dem Ton von 800 Schwingungen eine Grenzstellung in dem Tonbereich von 150 bis 1333 Schwingungen zuzusprechen, da die Verschiebung um $\frac{\lambda}{2} = 21$ cm keinen charakteristischen Einfluß auf die Töne I und II hat, vor allem also keine maximale Mittenabweichung zur Folge hat. Diese tritt, wie die Versuche zeigen, stets erst bei einer Verschiebung um ca. 90 cm ein. Demnach können nur bei Tönen mit weniger als ca. 370 Schwingungen ($\lambda > 90$ cm) die Töne I und II maximale Mittenabweichung erreichen und in ihr bei Verschiebungen, die größer als 90 cm sind, verharren. Die »Zeittheorie« von v. Hornbostel und Wertheimer erfährt eine Bestätigung, sofern sie die Lokalisation der Töne als von der Zeitdifferenz der gleichen Phasen abhängig erachtet. In wesentlichen Einzelheiten bedarf sie hierin freilich einer Korrektur. Sie ist unzutreffend, sofern sie den Einfluß der Differenz der Gesamtintensitäten der Reize bestreitet.

Nachtrag. Die Arbeit von K. Schäfer, Zur interaurealen Lokalisation dichotischer Wahrnehmungen, Zeitschr. f. Psychol. I, die ich nach Drucklegung meiner Untersuchungen wieder gelesen habe, nachdem ich sie vor Jahren schon gelesen habe, gibt mir zu folgenden Bemerkungen Anlaß.

1. Auch K. Schäfer berichtet S. 308 über den zweiten der Weberschen Taschenuhrenversuche, die er klassische nennt, in gleichem Sinne wie Weber, Fechner, v. Kries und Klemm.

2. Eine der § 55 beschriebenen »Akustischen Bank« ähnliche Apparatur hat schon Preyer in »Zeitschrift für Instrumentenkunde« 1884 angegeben.

3. Mit diesem Doppelinduktorium Preyers hat Schäfer wie vor ihm schon Silvanus P. Thomson den Einfluß der Intensität auf die Lokalisation des Schalles festgestellt.

(Eingegangen am 17. Januar 1925.)

(Aus dem Institut für experimentelle Psychologie [Fondation E. E. Pellegrini] der Universität Turin.)

Über den Wettstreit der Sehfelder bei Bedeckung des einen Auges und den Begriff des „Unbemerkten".

Von

F. Kiesow.

In seiner umfangreichen Abhandlung „Über einige Verhältnisse des binokularen Sehens" teilt Fechner[1]) bei der Besprechung der von ihm selbst gemachten und als „paradoxer Versuch" bezeichneten Erfahrung eine von Purkinje entdeckte Tatsache mit, die er mit dessen eigenen Worten also beschreibt: „Wenn ich bei bedecktem rechten Auge das linke, welches schwach und fernsichtig ist, einige Minuten lang gegen eine lichte Fläche fixiere, so entsteht bald ein Kampf zwischen der Sichtbarkeit der Gesichtsfelder beider Augen, die Aufmerksamkeit kann sich nicht andauernd im Gesichtsfelde des linken halten und überspringt wiederholt, so oft die Willenstätigkeit nachläßt, ins rechte Auge, dessen Gesichtsfeld sich dann als eine Finsternis vor den zu sehenden Gegenstand schiebt. In diesem bemerke ich nun ein Gewimmel von kleinen weißen Pünktchen, die sich in Wirbeln bewegen und endlich bei länger fortgesetztem Schauen mit dem linken Auge in ein flackerndes homogenes Dämmerlicht übergehen[2])."

Fechner gibt weiter an, daß diese Tatsache unabhängig von Purkinje auch von Volkmann gefunden ward, welch letzterer ihm darüber Mitteilungen gemacht habe, bevor er (Volkmann) mit Purkinjes Entdeckung bekannt gewesen sei. Fechner bemerkt außerdem, daß Volkmann eine Wirbelbewegung lichter Pünktchen, wie diese selbst, nicht habe beobachten können, daß es diesem Forscher aber gelungen sei, „je nach abwechselnder Intention das Lichte oder Schwarze im

1) G. Th. Fechner, Leipziger Abhandlungen (math.-phys. Kl.) V, S. 339, 1861.

2) Ebenda S. 427.

Gesichtsfelde bei diesem Wettstreit auch mehr oder weniger willkürlich zum Übergewicht" zu bringen[1]).

Fechner selbst konnte das Phänomen nicht beobachten. Er hebt aber hervor, daß er es an anderen Personen, die er bei der Nachprüfung seines paradoxen Versuches zu Hilfe zog, habe bestätigen können. So namentlich an Grabau[2]).

Nach Fechner scheint das Phänomen so gut wie vergessen worden zu sein, bis es im Jahre 1874 von Schön und A. Mosso wiederentdeckt ward[3]). Auch diese Forscher hatten es nicht gekannt. Wie Schön in seiner Polemik mit Walb hervorhebt, hatten sie es weder bei Helmholtz noch bei Hering beschrieben gefunden[4]). Es ist aber merkwürdig, daß die Erscheinung auch nach ihrer Wiederentdeckung durch Schön und Mosso aufs neue der Vergessenheit anheimgefallen zu sein scheint, wenigstens finde ich sie in keinem der größeren psychologischen und physiologischen Werke, die mir bekannt sind, erwähnt. In der zweiten, von Arthur Koenig besorgten Auflage des Handbuchs der Physiologischen Optik von A. v. Helmholtz findet sich die Arbeit von Schön und Mosso im Literaturverzeichnis angegeben (Nr. 7742), aber im Texte ist davon keine Rede. Und doch ist der Versuch nach mehr als einer Seite hin von Wert. Er bringt außerdem in leichter Weise eine Erscheinung zur Darstellung, die man sonst gewohnt ist nur mittels des Stereoskops zu erzeugen. In meinen Vorlesungen hat mir der Versuch bei der Unmöglichkeit, jedem Hörer ein Stereoskop in die Hand zu geben, oft gedient, das Phänomen des Wettstreits zu demonstrieren. So auch in praktischen Übungen.

Hinsichtlich gewisser Nebenumstände, die nach den Angaben der einzelnen Forscher die Erscheinung begleiten, ist anzunehmen, daß es sich dabei, wie schon Fechner vermutete, um individuelle Verschiedenheiten handelt, für die es schwer halten dürfte, in allen Fällen eine ausreichende Erklärung zu finden. So sah Purkinje, wie hervorgehoben, ein Gewimmel lichter, sich in Wirbeln bewegender Punkte, die Volkmann nicht beobachtete. Ebenso beruht es auf einer individuellen Besonderheit, wenn Purkinje das Phänomen nur bei Bedeckung

1) Ebenda S. 427.
2) Ebenda S. 427 f.
3) Schön u. A. Mosso, Arch. f. Ophthalmol. XX, 2, S. 269, 1874.
4) Schön, Klin. Monatsblatt für Augenheilkunde XIII, S. 358, 1875.

des rechten Auges sah, oder wenn Fechner es an sich selbst überhaupt nicht erzeugen konnte. Purkinje selbst gibt an, daß sein linkes Auge vom rechten verschieden war, und von Fechner ist bekannt, daß er später lange Zeit an einem quälenden Augenübel litt. Es wäre nicht unmöglich, daß der negative Ausfall des Versuchs bei ihm zu dem später auftretenden Augenleiden bereits in irgendwelcher Beziehung stand. Ferner teilen Schön und Mosso mit, daß sie während der Verdunkelung des lichten Gesichtsfeldes bisweilen Farbentöne beobachteten, die zum Teil von grüngelblicher oder dunkelbläulicher, zum Teil von undefinierbarer Beschaffenheit waren.

Was mich selbst betrifft, so sehe ich die Wirbelbewegung heller Punkte, von der Purkinje spricht, aber nur, wenn ich bei Bedeckung des einen (geschlossenen) Auges durch die Hand mit dem anderen (gleichviel ob es das rechte oder das linke ist) gegen den Himmel blicke. Ich sehe diesen Nebenumstand nicht, wenn ich in der angegebenen Weise auf eine Wand oder auf ein Blatt Papier schaue, in welchem Falle der Wettstreit zwischen den beiden Gesichtsfeldern gleichfalls bei mir auf das bestimmteste hervortritt. Ich sehe aber keine Farbentöne. Bedingung für den Eintritt der Erscheinung ist bei mir immer, daß ich monokular auf eine helle, gleichmäßig gefärbte oder ungefärbte Fläche blicke, ohne daß die Möglichkeit besteht, einen bestimmten Punkt, eine Linie oder irgendwelche regelmäßige oder unregelmäßige Zeichnung zu fixieren. Wird die Aufmerksamkeit von derartigen Besonderheiten angezogen, so tritt das Phänomen bei mir nicht hervor. Auch Schön und Mosso stellen die Forderung, nicht zu fixieren.

Nach Schön und Mosso soll sich der Wettstreit, obwohl nicht bei allen Personen in gleicher, doch für jeden Beobachter in ziemlich konstanter Weise vollziehen, d. h. bei ziemlich konstanter Anzahl von Verdunkelungen in der Minute. Sie geben für verschiedene Beobachter 5 bis 12 Verdunkelungen in der Minute an[1]). Für mich selbst kann ich eine solche Regelmäßigkeit nicht konstatieren. Was bei meinen eigenen Beobachtungen wirklich regelmäßig verläuft, ist die abwechselnde Verdunkelung und Wiederaufhellung der Sehfelder im allgemeinen, aber die einzelnen Phasen der Verdunkelung und Aufhellung sind bei mir nicht von gleicher Dauer, d. h. der Wettstreit vollzieht sich nicht in streng periodischem Wechsel. Bei Versuchen, die ich

1) Schön u. A. Mosso a. a. O. S. 270.

unter anderen anstellte, indem ich bei Bedeckung des rechten Auges, das ich außerdem geschlossen hielt, bei einer Entfernung von 4 Metern mit dem linken auf eine gleichmäßig gefärbte hellgelbe Wand blickte, hatten die einzelnen Phasen der Verdunkelung und Wiedererhellung eine Dauer von zirka 10 bis 40 Sekunden. Derartige Beobachtungen werden bei mir erschwert, weil es mir beim Fehlen eines Fixationspunktes nicht recht gelingt, unwillkürliche Augenbewegungen zu unterdrücken. Sofort nach einer solchen Augenbewegung tritt bei mir ein Wechsel im Sehfelde ein. Aus diesem Grunde habe ich darauf verzichten müssen, genaue Mittelwerte für die Dauer der einzelnen Phasen zu berechnen. Ich konnte außerdem beobachten, daß die hellen Anfangsphasen bei mir von verschiedener Dauer sind, je nachdem ich die Versuche bei Verschluß und Bedeckung des rechten oder des linken Auges anstellte. Sie sind auch verschieden, je nachdem ich auf den Himmel oder auf eine gleichmäßig getünchte Wand blicke. Während im letzten Falle (die Wand war hellgelb) die erste Verdunkelung bei geöffnetem linkem Auge nach etwa 20 Sekunden eintrat, erschien sie unter sonst gleichen Bedingungen bei geöffnetem rechten Auge erst nach 40 und mehr Sekunden. Dagegen tritt die erste Phase der Verdunkelung bei mir ungleich später auf, wenn ich, sei es mit dem rechten oder dem linken Auge, auf den Himmel schaue. Die helle Anfangsphase dauert unter diesen Bedingungen, wenn ich das linke Auge geöffnet halte, bei mir oft zirka 1—2 Minuten. Ich bemerke weiter, daß sich die Dauer der hellen Anfangsphase bei fortgesetzter Beobachtung bei mir allmählich verringert. So erhielt ich in einer Sitzung, in der ich besonders auf diesen Vorgang achtete, beim Blick auf die vorerwähnte hellgelbe Wand für das rechte Auge die Anfangswerte: 42, 29, 37, 27, 19, 19, 35, 24, 24, 17 Sekunden, für das linke die folgenden: 22, 21, 13, 20, 20, 14, 9, 10, 10, 12 Sekunden[1]). Diese Zeitwerte wurden mittels einer Stoppuhr gewonnen, die ich während der Beobachtung in der freien Hand hielt. Ich setzte die Uhr bei Beginn des Versuches in Gang und hielt sie an, sobald die erste Verdunkelung eintrat. Den genannten Bestimmungen kann natürlich nicht die Bedeutung exakter Reaktionszeiten zukommen, aber sie genügen für den Zweck, den ich verfolgte. Trotz der Unregelmäßigkeit der Werte innerhalb jeder der beiden Reihen und trotz ihrer Verschiedenheit für

1) F. Kiesow, Archivio italiano di Psicologia I, S. 104 ff., 1920.

jedes der beiden Augen sieht man in beiden Reihen die hervorgehobene allmähliche Verkürzung der Anfangsphase. Ich lasse dahingestellt, ob es sich hier um einen wirklichen Übungseffekt handelt. Jedenfalls aber erhellt aus den Bestimmungen, daß eine allmähliche Anpassung an den Versuch vor sich geht, mag dieselbe nun im peripheren Organ oder in der ganzen psychischen Disposition begründet sein. Ich selbst bin geneigt, auf den letzteren Punkt das Hauptgewicht zu legen; denn wie ich weiter beobachten konnte, übt außer den oben erwähnten unwillkürlichen Augenbewegungen auch die auf den zu erwartenden Eindruck eingestellte Aufmerksamkeit einen Einfluß auf das Hervortreten der Erscheinung aus. Nach den oben mitgeteilten Angaben Fechners steht diese Tatsache in Einklang mit den Beobachtungen Volkmanns. Daß die Anfangsphasen für das rechte Auge bei mir länger sind als für das linke, wird als eine individuelle Verschiedenheit aufzufassen sein, die darin begründet liegt, daß ich mit dem rechten Auge etwas besser sehe als mit dem linken. Auf die Tatsache, daß das Phänomen für ein Auge von geringerer Sehkraft leichter hervortritt als für ein normalsichtiges, weisen auch Schön und Mosso hin[1]).

Man kann den Versuch umkehren, indem man bei normalem Lidschluß beider Augen das Gesicht gegen den (sehr klaren) Himmel wendet und darauf eines derselben mit einem schwarzen Tuche bedeckt. Dann müssen natürlich wiederum zwei verschiedene Gesichtsfelder entstehen, von denen das eine tiefdunkel und das andere (bei mir) von schwach grau-rötlicher Farbe ist. In diesem Falle ist aber, im Unterschied von dem Phänomen des vorbeschriebenen Versuchs, das tiefdunkle Gesichtsfeld dasjenige, welches sich dem Bewußtsein aufdrängt, und das dann von dem helleren invadiert wird. Im übrigen verläuft der Wettstreit bei mir in ziemlich gleicher Weise.

Hervorzuheben ist schließlich noch, daß der Wettstreit in den beschriebenen Fällen durchweg analog verläuft demjenigen, den man mittels des Stereoskops bei Verwendung stark gegeneinander kontrastierender achromatischer Eindrücke beobachtet. Wie ich in einer früheren Arbeit zeigen konnte, ist der Verlauf des Wettstreits in solchen Fällen ein langsamer, während er sich bei Benutzung farbiger Flächen im allgemeinen schnell und unter gegebenen Bedingungen sogar in außerordentlich schneller Weise vollzieht[1]).

1) Schön u. A. Mosso a. a. O. S. 270 f.
2) F. Kiesow a. a. O. S. 14.

Mit dem beschriebenen Phänomen hängt ein zweites zusammen. Blickt man mit beiden Augen gegen den Himmel oder auf eine weiße oder graue Papierfläche und schließt dann eines derselben, so tritt eine leichte Verdunkelung des beobachteten Gegenstandes ein, welch letzterer sich aber sofort wieder aufhellt, sobald das geschlossene Auge geöffnet wird. Die Erscheinung tritt (bei mir) gleichfalls hervor, wenn ich den Versuch mittels einer nicht zu dunklen farbigen Fläche anstelle.

Die Tatsache an sich ist seit längerer Zeit bekannt. Soviel ich weiß, gebührt Fechner das Verdienst, als erster die Aufmerksamkeit darauf gelenkt zu haben[1]). Von ungefähr 30 Personen, an denen er Nachprüfungen anstellte, hatten nur 4 das Phänomen nicht beobachten können. Fechner läßt dahingestellt, ob in diesen letzteren Fällen die leichte Verdunkelung tatsächlich ausblieb, oder ob sie nur infolge ungenügender Aufmerksamkeit bzw. zu großer Schwäche nicht bemerkt worden sei. Er ist aber in jedem Falle der Meinung, daß es sich bei diesen 4 Personen um Ausnahmen gehandelt habe.

Fechner fügt hinzu, daß das Gesichtsfeld bei ihm nach der leisen Beschattung wieder eine „kleine Wiedererhellung" erfahre, die aber nur bei großer Aufmerksamkeit wahrzunehmen und auch nicht immer von gleicher Deutlichkeit sei. Die Beobachtung ward ihm von Welcker bestätigt, während Forscher wie Grabau, Ruete und Volkmann nichts von einer solchen Wiedererhellung erkennen konnten. Als Ursache der Aufhellung gibt Fechner für sich selbst an, daß sich die Pupillenerweiterung, die bei Verschluß des einen Auges bekanntlich in beiden vor sich geht, bei ihm vielleicht langsamer vollzogen habe als bei den letztgenannten Forschern. Was mich selbst betrifft, so sehe ich die Wiedererhellung des leicht beschatteten Gesichtsfeldes, welche Fechner an sich und Welcker beobachtete, nicht. Die Aufhellung erfolgt bei mir nur, sobald ich das geschlossene Auge öffne. Ich kann von mir selbst nur sagen, daß die (immer leichte) Verdunkelung ein wenig stärker ist, wenn ich das rechte als wenn ich das linke Auge schließe.

Wie erklärt sich diese Erscheinung? Soweit mir bekannt, ist eine befriedigende Erklärung dafür bisher nicht gegeben worden. Dieselbe kann aber nur auf seelischem Gebiete gesucht werden. Nach meiner Überzeugung handelt es sich bei dieser

1) G. Th. Fechner a. a. O. S. 423 f.

Erscheinung um einen schwachen Verschmelzungsgrad zwischen dem dunklen Eindruck des verschlossenen und dem weit mehr dem Bewußtsein sich aufdrängenden hellen des geöffneten Auges. Der Vorgang ist analog dem, den man mittels des Stereoskops sowohl bei Wettstreit- als auch bei Verdrängungserscheinungen beobachten kann. Beim Wettstreit entsprechen die gegeneinander rivalisierenden Empfindungen niemals genau den objektiven Eindrücken, sondern jede der beiden ist von Anfang an bis zu einem gewissen Grade mit der anderen verschmolzen. Und ebenso ist es bei der sogenannten totalen Verdrängung der einen Empfindung durch die andere. Über den Verdrängungsvorgang liest man bei Wundt, der meines Wissens als erster derartige Vorgänge beschrieben hat: „Wenn sich die Wahrnehmungen beider Augen nicht mit gleicher Stärke zum Bewußtsein drängen, sondern wenn durch irgendwelche in den äußeren Eindrücken gelegene Motive die eine ein bedeutendes Übergewicht hat, so kommt diese überwiegende Wahrnehmung allein zum Bewußtsein, und die andere wird ganz verdrängt[1])." Wundt teilt dann eine Reihe wertvoller Beobachtungen mit, die bei ihm selbst nachgelesen werden mögen. Alle diese interessanten Angaben sind im allgemeinen durchaus richtig, an dem von Wundt geschilderten Verdrängungsvorgang als solchem kann kein Zweifel aufkommen. Der sich dem Bewußtsein am intensivsten aufdrängende Eindruck verdrängt den anderen von geringerer Stärke. Die Frage ist nur, ob die Verdrängung tatsächlich im absoluten Sinne als eine vollständige beurteilt werden darf. Soweit ich selbst beobachten konnte, ist dies nicht der Fall, sondern wie sich mir beim Vergleichen mit qualitativ unveränderten Papierflächen ergab, die außerhalb des Stereoskops blieben, oder wie man auch beobachten kann, wenn die betreffenden Gegenstände im Stereoskop monokular betrachtet werden, erleidet diejenige Empfindung, welche infolge ihres hohen Stärkegrades eine andere verdrängt, selbst durch die letztere eine gewisse Veränderung. Diese Veränderung kann von sehr geringer Art sein und daher der Beobachtung leicht entgehen, aber bei genauer Prüfung wird man sie erkennen[1]).

Dieser letztere Vorgang liegt im gegenwärtigen Falle vor. Der lichte Eindruck ist gegenüber dem dunklen des geschlossenen

1) W. Wundt, Vorlesungen über die Menschen- und Tierseele, 7. u. 8. Aufl., S. 224 f., 1922.

2) F. Kiesow a. a. O. S. 21 f.

von solcher Stärke, daß er den letzteren zurückdrängt. Trotzdem verschwindet derselbe nicht vollständig aus dem Bewußtsein, sondern macht seinen Einfluß durch eine leichte Beschattung des ersteren geltend.

Angesichts der hervorgehobenen Tatsachen sind hier somit zwei Prinzipien zu unterscheiden, die letzterdings unser ganzes psychisches Leben beherrschen: das bei der binokularen Mischung hervortretende Prinzip der Verschmelzung und das dem Wettstreit und den Verdrängungserscheinungen zugrundeliegende Prinzip der Selbständigkeit. Je selbständiger die zu kombinierenden Eindrücke sind, um so weniger kann es zu einer völligen Verschmelzung derselben kommen. Dabei ist aber zu beachten, daß das Prinzip der psychischen Verschmelzung das mächtigere von beiden ist, da es selbst bei der sogenannten totalen Verdrängung eines Eindrucks durch einen anderen nicht in absolutem Sinne verdrängt werden kann. Es ist, wie bekannt, zugleich dasjenige, welches der ganzen Lehre Wilhelm Wundts von der schöpferischen Synthese zugrunde liegt und das sich von den einfachsten Verbindungen psychischer Elemente bis hin zu den verwickeltsten Gestaltungen des psychischen Lebens, natürlich in immer komplizierteren Formen, bewahrheitet.

Es ist nicht nötig, auf Einzelheiten der in Rede stehenden Vorgänge weiter einzugehen. Meine eigenen Erfahrungen darüber habe ich in meiner bereits zitierten Abhandlung beschrieben. Es sei mir nur noch gestattet, darauf hinzuweisen, daß auch der Wettstreit in gewissem Sinne als zur Kategorie der Verdrängungserscheinungen gehörig aufgefaßt werden kann. Der Wettstreit zwischen zwei Empfindungen kann nur hervortreten, wenn beiden beim Versuch, sie binokular zu vereinigen, eine solche Selbständigkeit eigen ist, daß sie sich gegenseitig zu verdrängen streben. Ist nun die Selbständigkeit der einen in überwiegendem Maße größer als die der anderen, so muß notgedrungen, wie Wundt gezeigt hat, die Verdrängung der schwächeren erfolgen. Aus dem Gesagten erklärt sich, wie ich meine, warum der Wettstreit, je nachdem die binokular zu vereinigenden Empfindungen in mehr oder weniger großem Kontraste zueinander stehen, in einem Falle schneller verläuft als im anderen. Es erklärt sich daraus vor allem, warum der Wettstreit im Versuche Purkinjes bei monokularem Blick gegen den Himmel sich so außerordentlich langsam vollzieht. Die sich

dem Bewußtsein in diesem Falle aufdrängende lichte Empfindung ist gegenüber der dunklen des bedeckten Auges so intensiv, daß sie die letztere, um bildlich zu reden, nur nach langem Kampfe aufkommen läßt. Doch macht sie ihre Gegenwart von Anfang an geltend, insofern auch das erhellte Gesichtsfeld des geöffneten Auges durch das dunkle des verdeckten eine gewisse Abschwächung erfährt. Das Umgekehrte tritt ein bei der Umkehrung des Versuchs, die ich oben beschrieben habe.

Man kann den Wettstreit der Sehfelder auch beobachten, wenn man eines der beiden Augen nicht vollständig, sondern nur teilweise verdeckt. Ich konnte diese Tatsache bei Versuchen über die subjektive Transparenz von Gegenständen beobachten[1]). Fixiert man mit beiden Augen einen mehr oder weniger entfernten Gegenstand und unterbricht dann eine der Blicklinien (beispielsweise die rechte), indem man vor das betreffende Auge (in nicht zu großer Entfernung) einen kleinen nicht transparenten Gegenstand (den Zeigefinger einer Hand, ein nicht zu breites Stäbchen, ein schmales — am besten dunkles — Kartonblättchen, usw.) bringt, so entsteht natürlich zunächst das bekannte Phänomen der binokularen Diplopie; und zwar sind die so entstehenden Wahrnehmungsbilder der beiden Augen gekreuzt. Von diesen hat aber das seitlich nach außen gelegene keine Bedeutung. Da die Aufmerksamkeit nicht darauf gerichtet ist, so wird es meistens auch gar nicht bemerkt und ist in jedem Falle leicht zu unterdrücken. An dem nachbleibenden Wahrnehmungsbild aber beobachtet man die subjektive Transparenz. Man sieht den entfernten Gegenstand (den Mond, einen Stern, eine elektrische Lampe, oder bei Tage einen bestimmten Punkt oder irgendeinen kleinen Gegenstand) durch den vor dem betreffenden Auge stehenden hindurch. Dabei aber bemerkt man weiter, daß die auf solche Weise entstehende Verschiedenheit der beiden Gesichtsfelder zu einem Wettstreit zwischen beiden Anlaß gibt. Das helle Gesichtsfeld des freien, den Gegenstand fixierenden (im vorliegenden Falle linken) Auges rivalisiert mit dem dunklen des teilweise verdeckten, und zwar wieder in der angegebenen Weise. Die dunkle, dem (rechten) Auge zugekehrte Seite des vor ihm stehenden Gegenstandes kann in diesem Wettstreit mit dem Gesichtsfeld des anderen (linken) Auges soweit erblassen, daß man nur noch

1) F. Kiesow a. a. O. S. 3f.

eine schwache Andeutung desselben erblickt. Der Gegenstand verschwindet aber niemals vollständig und bleibt auch im Zustande der stärksten Abschwächung subjektiv transparent. Das gleiche tritt ein, wenn man in analoger Weise das linke Auge teilweise verdeckt und das rechte frei läßt, um mit ihm allein den entfernten Gegenstand zu fixieren.

Eine weitere Ausbeute der geschilderten Tatsachen führt zu dem schwierigen, in letzter Zeit vielfach diskutierten Problem des „Unbewußten". Die Diskussion dreht sich in der Gegenwart namentlich um die Frage, ob in der Tat unbewußte psychische Inhalte anzuerkennen seien, oder ob es nicht besser sei, den Begriff des psychisch Unbewußten ganz zu verlassen und ihm den von Wundt und seinen Anhängern angenommenen Begriff des „Unbemerkten" zu substituieren. Die Lebhaftigkeit, mit der die Diskussion geführt wird, läßt genügsam erkennen, daß es sich hier nicht, wie Fernerstehenden erscheinen möchte, um einen leeren Streit mit Worten handelt, dem eine besondere Wichtigkeit in Wirklichkeit nicht zukomme, sondern daß Tatsachen in Frage stehen, die von prinzipieller Bedeutung sind, weil sie mit der nicht wegzuleugnenden Aktualität alles Psychischen und der Auffassung vom kausalen Verhalten aller psychischen Geschehnisse in engstem Zusammenhange stehen.

Von Gegnern unserer Überzeugungen wird meistens behauptet, daß der Begriff des Unbemerkten nicht den Zweck erfülle, den man mit ihm zu erreichen strebe. So liest man bei Driesch[1]): „Wir schalten also den Begriff des Unbemerkten aus. Soll er dasselbe bedeuten wie der Begriff des Unbewußten, so ist es unsinnig, wenn er auf „Vorstellungen", überflüssig, weil durch den Begriff Unbewußt schon ersetzt, wenn er auf ein besonderes Seinsreich gehen soll. Soll er rasch Vergessenes bedeuten, so ist er auch nicht am Platze. Einen noch anderen Sinn kann er nicht haben."

Trotz dieser entschiedenen Ablehnung des in Rede stehenden Begriffs wird die Schwierigkeit, die im Begriff des psychisch Unbewußten liegt, von Driesch, soweit ich ihm zu folgen vermag, nicht verkannt. So heißt es bei ihm kurz vorher auf derselben Seite seines scharfsinnigen Werkes: „‚Unbewußte Vorstellung", wenn Vorstellung das bewußt Gehabte bezeichnen soll, ist ein hölzernes Eisen. Aber etwas, was in Analogie zu

1) H. Driesch, Ordnungslehre, 2. Aufl., S. 389, 1923.

‚Dingen' gedacht wird, einem besonderen Reiche des Seins zuzuordnen, ‚in' dem es, bildlich gesprochen, ist, und dieses Reich mit allem, was ihm zugehört, unbewußt-seelisch zu nennen, ist keine logische Ungeheuerlichkeit, wenngleicht vielleicht ein schlechtes Wort — man sage uns ein besseres!" Die Stelle spiegelt die philosophische Grundanschauung des Verfassers wieder, die hier nicht diskutiert werden kann. Aber damit wird unserer Auffassung, wie ich meine, ein starkes Zugeständnis gemacht. „Vielleicht ein schlechtes Wort?" Nun wohl, wir sind der Meinung, daß, soweit es sich um psychische Inhalte handelt, in dem Ausdruck „Unbemerkt" ein besseres gefunden ward. Wir werden daher den Begriff des Unbemerkten nicht ausschalten, sondern ihn beibehalten, bis man uns einen besseren zeigt. Zurzeit dürfte die deutsche Sprache keinen adäquateren Ausdruck besitzen, um die Tatsachen zu benennen, um die es sich hier handelt. Er ist jedenfalls kein schlechtes Wort. Wenn Driesch eine unbewußte Vorstellung als ein hölzernes Eisen bezeichnet, und darin wird man ihm zustimmen müssen, so werden wohl oder übel alle unbewußten psychischen Inhalte in dieselbe Kategorie fallen, d. h. unsinnig sein. Damit dürfte die unbedingte Notwendigkeit gegeben sein, ein sinnvolles Wort zu suchen. Wir erblicken dasselbe in dem Ausdruck „Unbemerkt".

Der Ausdruck „unbewußt" ist im Grunde gleichbedeutend mit „bewußtlos". So nennen wir aber einen Zustand, in dem jedweder psychische Inhalt fehlt. „Unbewußt — höchste Lust!" So läßt Richard Wagner im Schwanengesang der Isolde sein bekanntes musikalisches Drama ausklingen. Zu ewiger Bewußtlogikeit versinken ins nächtliche All des Weltatems, das sind nach dem Wagner jener Zeit die Wonnen des Nirwana. So spiegelt sich in der herrlichen Dichtung die tiefsinnige Lehre Buddhas wieder, in der auch im Abendlande heute viele in stiller Zurückgezogenheit von den politischen und religiösen Wirren der Gegenwart innere Ruhe und Erbauung suchen, und der in ihrer konsequent pessimistischen Deutung des Lebens der Begriff des Unbewußten zugrunde liegt. Unbewußt heißt nichtbewußt, heißt bewußtlos. Wenn man daher unbewußte psychische Inhalte annehmen wollte, so würde das bedeuten ein Bewußtloses im Bewußtsein, d. h. im Bewußten, kurz bewußtlose Bewußtseinsinhalte anerkennen. Hier liegt die begriffliche Unmöglichkeit des beanstandeten Ausdrucks, die durch keine

Dialektik beseitigt werden kann. Man hat auch den Ausdruck „Bewußtseinsinhalt" beanstandet. Aber solange die Psychologie den Begriff des Bewußtseins nicht entbehren kann, und es ist nicht vorauszusehen, wie sie jemals ohne ihn fertig werden sollte, wird sie auch von Inhalten des Bewußtseins reden müssen; denn ohne Inhalte kann es kein Bewußtsein geben, weil mit dem Schwinden des letzten Inhaltes das Bewußtsein selbst erlischt.

Ganz anders steht es mit dem Begriff des „Unbemerkten". Wenn es richtig ist, daß alles Bemerkte zugleich bewußt sein muß, so ist es andererseits falsch, wenn behauptet wird, daß ein „Unbemerktes" auch ein „Unbewußtes" sei. Ein psychisch Unbewußtes, d. h. im Grunde „Bewußtloses" kann niemals Inhalt des Bewußtseins und daher auch nicht in ihm wirksam sein, wohingegen etwas im Bewußtsein, wenngleich in verschiedenen Stärke- und Klarheitsgraden, tatsächlich wirksam sein kann, was nicht bemerkt wird, aber unter gegebenen Bedingungen häufig nachgewiesen werden kann. Wenn anders man Bedingungen häufig bemerkt werden kann. Wenn andere man zum Inhalt des Bewußtseins zählen muß, was in ihm wirksam ist, wird man diese Tatsache anerkennen müssen. Der Begriff des „Unbemerkten" setzt immer ein Vorhandenes oder vorhanden Gewesenes voraus, der des „Unbewußten" nicht. Wenn dem nicht so wäre, so würde, von unbemerkten Bewußtseinsinhalten zu reden, ebenso sinnlos sein, als wenn man von unbewußten Bewußtseinsinhalten spricht. Wir befinden uns daher in einem ausgesprochenen Gegensatz zu Driesch, wenn er schreibt: „Das Wort ‚unbemerkt' für sich genommen aber sagt nichts anderes als das Wort ‚unbewußt'[1])." Das ist falsch. In Wirklichkeit handelt es sich dabei um Gegensätze wie die von „Sein" und „Nichtsein".

Es sei mir schließlich noch erlaubt, darauf hinzuweisen, daß in der oben angeführten Stelle auch nicht alles völlig zutreffend erscheinen dürfte, was Driesch dort angibt. Bei dem „rasch Vergessenen" denkt Driesch an das nachträgliche Zählen von Glockenschlägen. Er schreibt: „Sinnvoll dagegen könnte es sein, von rasch Vergessenem zu reden: da glaube ich, mein Selbst habe etwas nicht gehabt, und es zeigte sich später, daß es doch für das Selbst dagewesen war. Auf diese Weise erklärt sich vielleicht das bekannte ‚nachträgliche' Zählen von Glockenschlägen und Verwandtes. Hier ist dann aber das Wort ‚unbe-

1) a. a. O. S. 389.

merkt' gar nicht am Platze, die Glockenschläge sind ja doch bemerkt gewesen[1])." Nun, so leicht dürfte die Sache denn wohl doch nicht abgetan sein. Wenn ich Glockenschläge nachträglich zu zählen vermag, so muß ich imstande sein, sie in ihrer Gesamtheit zu reproduzieren, und das setzt natürlich voraus, daß sie immerhin in genügender Stärke perzipiert wurden, auch wenn die Aufmerksamkeit auf anderes gerichtet war. Was aber in diesem Falle nicht bemerkt ward, obwohl es im Bewußtsein vorhanden gewesen sein muß, ist die genaue Anzahl der Glockenschläge. Driesch beweist somit nicht, was er beweisen will. Ja, in Wirklichkeit beweist das angeführte Beispiel das Gegenteil: es war etwas im Bewußtsein oder, mit Driesch zu reden, im Selbst, was dieses Selbst nicht bemerkt hatte, wovon es sich aber unter den gegebenen (besonders günstigen) Bedingungen nachträglich überzeugen konnte.

Einleuchtender noch dürften Fälle sein, in denen ein flüchtiger oder sehr schwacher Eindruck, den ich nicht zu reproduzieren vermag, in mir eine stark sich vordrängende Assoziation auslöst. In diesem Falle war der Eindruck unleugbar im Bewußtsein, d. h. nicht bewußtlos, aber er blieb unbemerkt. Wenn in der bekannten, von Jerusalem[2]) mitgeteilten Erfahrung des Herrn v. Baumgarten dieser die Pyrola uniflora, deren Duft die Reproduktion erzeugte, nicht gefunden hätte, sei es, daß jemand den Blumenstrauß unmittelbar nach der Reproduktion des Erlebnisses aus dem Zimmer entfernt hätte, oder er selbst sein Zimmer, ohne in demselben zu suchen, sofort verlassen hätte, so wäre der auslösende Bewußtseinsinhalt unbestimmbar geblieben. Erst nach langem Suchen konnte der Beobachter ihn feststellen. Der Eindruck war aber in diesem Falle kein unbewußter, weil im Bewußtsein vorhanden und wirksam. Fälle dieser Art ließen sich häufen. Ich selbst konnte über eine Reihe ähnlicher Fälle berichten[1]). Nochmals: Das Wort „unbemerkt" hat einen guten Sinn. Wir verwenden dasselbe im Einklang mit dem allgemeinen Sprachgebrauch, um einen adäquaten Ausdruck zur Verfügung zu haben für die Tatsache, daß im Bewußtsein Inhalte wirksam sein können, die wohl unter gewissen Umständen, aber nicht immer erkannt werden, an

1) Ebenda.

2) W. Jerusalem, Philos. Stud. X, S. 323, 1894. — Vgl. dazu W. Wundt, ebenda, S. 326.

3) F. Kiesow, Archiv für die gesamte Psychologie VI, S. 357, 1905.

deren Vorhandensein oder Verschwundensein jedoch nicht gezweifelt werden kann.

In der Tat, wie will man die zuerst von De Haldat und Dove beobachteten und sich erst allmählich zu allgemeiner Anerkennung durchgerungenen Ergebnisse der binokularen Mischung von Lichteindrücken, sowie die Tatsachen des Wettstreits und die Verdrängungserscheinungen erklären, wenn man sich nicht auf diesen Boden stellt? Außerhalb des Bewußtseins kann es keine Empfindungen geben. Davon ist heute jedermann überzeugt. Die Subjektivität der Empfindungsqualitäten ist seit den Tagen Galileis eine Hauptforderung der exakten Naturwissenschaft. Sie wird außerdem innerhalb der Philosophie auch von den Vertretern des kritischen Realismus rückhaltslos anerkannt. Nun wohl! Wenn ich mittels des Stereoskops zwei Lichteindrücke binokular zur absoluten Verschmelzung bringe, als deren Resultante eine Qualität erscheint, die von der Qualität jeder der beiden Einzelempfindungen, die auf solche Weise zur Vereinigung kommen, verschieden ist, so müssen diese beiden Empfindungen doch im Bewußtsein einzeln gegenseitig aufeinander wirken, d. h. dort tatsächlich vorhanden sein. Und doch wird keine der Komponenten des Verschmelzungsprodukts bemerkt. Wir können uns aber von deren Gegenwart leicht überzeugen, wenn wir eine nach der anderen ausschalten, indem wir zuerst das eine und dann das andere Auge schließen. In diesem Falle von unbewußten Empfindungsqualitäten reden zu wollen, wäre sinnlos. Und ebenso: Wenn zwei Empfindungen, die, wie allgemein zugestanden, außer uns nicht existieren können, miteinander in Wettstreit geraten, oder es der einen gelingt, die andere zu verdrängen, und außerdem selbst in solchen Fällen der binokulare Verschmelzungsvorgang nicht gänzlich unterdrückt werden kann, so würde es gleichfalls keinen Sinn haben, bei solchen Versuchen von unbewußten Bewußtseinsinhalten zu reden, nur weil die betreffenden Qualitäten während der beschriebenen Vorgänge nicht erkannt werden können. Dasselbe gilt von den oben geschilderten, ohne Hilfe des Stereoskops angestellten Beobachtungen.

Wie man sieht, hat es einen guten Sinn, wenn die Begriffe des „Unbewußten" und des „Unbemerkten" nicht identifiziert oder miteinander verwechselt, sondern streng voneinander geschieden werden. In späteren Mitteilungen hoffe ich auf diese Frage zurückzukommen.

(Eingegangen am 16. Februar 1925.)

(Aus dem Psychologischen Institut der Universität München.)

Über die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes im Gebiete des Drucksinns bei möglichst verhinderter Reizausbreitung.

Von

Hans Schriever.

(Mit 5 Figuren im Text.)

Die Frage, ob das Webersche Gesetz auch bei isolierter Reizung der einzelnen Sinneselemente gilt, ist für ein tieferes Verständnis desselben, wie auch das Problem der Unterschiedsempfindlichkeit überhaupt, von erheblicher Bedeutung.

Wertheim-Salomonson und Schoute[1]) haben als erste daraufhingehende Untersuchungen angestellt. Darnach ist das Webersche Gesetz für den einzelnen Netzhautzapfen nicht gültig. Bedingung für seinen Nachweis beim Lichtsinn soll vielmehr sein, daß der Reiz eine genügend große Anzahl Endorgane trifft und von genügend langer Dauer ist. Ebenso hat Hansen[2]) beim Drucksinn eigenartige Verhältnisse gefunden, wenn die Reizausbreitung möglichst eingeschränkt wird. Nach ihm soll das Webersche Gesetz auch für den einzelnen Druckpunkt ohne Gültigkeit sein.

Bei kritischer Betrachtung aber sind die angeführten Ergebnisse als unwahrscheinlich anzusehen. Es folgt daraus nämlich, daß das Webersche Gesetz nur von Zufälligkeiten, d. s. Art und Zahl der Nervenverknüpfungen, abhängt, ein Ergebnis, das mit allen sonstigen Erfahrungen[3]) nur schwer in Einklang zu bringen ist. Insbesondere sind hier die Untersuchungen A. Gattis[4]) zu nennen, auf die unten im Zusammenhang noch

1) J. K. A. Wertheim-Salomonson und G. J. Schoute; Psychoopt. Unters. Pflügers Arch. f. d. ges. Phys. Bd. 105, 1904.

2) Karl Hansen, Zeitschrift f. Biologie Bd. 73, 8. u. 9. Heft, 1921.

3) Siehe dazu R. Pauli, Über psychische Gesetzmäßigkeit, Jena, Fischer.

4) Vorläufige Mitteilungen darüber von F. Kiesow im Arch. f. d. ges. Psychol. Bd. 43 und 47.

näher eingegangen wird. Daß bei verhinderter Reizausbreitung und sehr kurzer Reizdauer Besonderheiten auftreten, ist physiologisch und psychologisch verständlich. Sie zeigen auch, daß allen quantitativen Reizmerkmalen, der Stärke, Ausdehnung und Dauer des Reizes, Beachtung zu schenken ist. Der aus den Besonderheiten gezogene Schluß auf eine Nichtgültigkeit des Weberschen Gesetzes bei rein intensiver Reizänderung läßt aber zum mindesten eine Nachprüfung nötig erscheinen.

Das Gebiet des Drucksinns ist für die Untersuchung besonders geeignet. Die vorliegenden Versuche beschränken sich auf die Reizung möglichst nur eines Druckpunktes. Es mußte sich dann zeigen, ob auch für diesen das Webersche Gesetz gilt. Ein Vergleich mit den zahlreichen Ergebnissen anderer Forscher, in deren Untersuchungen der Reizausbreitung stattgegeben wurde, ließ auch die Besonderheiten bei rein intensiver Reizgebung bestimmen.

I. Die Methodik der Versuche.

Die Reizausbreitung war auf doppelte Weise zu verhindern gesucht: Durch Wahl einer geeigneten Hautstelle und die Verwendung möglichst kleiner Reizflächen. Besonders geeignet erschien für unsere Zwecke die Gegend etwas oberhalb des Mittelgelenkes des 2. oder 3. Fingers. Wird dieses stark gebeugt, so spannt sich die Haut über dem vorspringenden Knöchel und liegt direkt einer harten Unterlage auf, so daß die Möglichkeiten für eine Druckdeformation an dieser Stelle denkbar ungünstig sind. Als von Vorteil waren weiterhin die hier verhältnismäßig geringe Dichte der Druckpunkte (ihr Abstand betrug durchschnittlich 5 mm) und die bequeme Zugänglichkeit der Stelle anzusehen. Zur exakten Erregung eines und desselben Druckpunktes diente der Paulische Reizhebelapparat[1]). Den beiden Hebeln waren feine Kautschukspitzen von 0,1 mm^2, in anderen Versuchsreihen geschliffene Stecknadeln von 0,001 mm^2 Endfläche aufgesetzt. Die Hand der Versuchsperson (Vp) lag zur vollkommenen Ruhigstellung in einer Gipsform.

Die Bestimmung der Unterschiedsschwellen erfolgte nach dem Konstanzverfahren: Der in Frage kommende Druckwert, der

1) Beschreibung siehe R. Pauli, Psychol. Prakt., 3. Aufl., Jena, Fischer, 1922.

Normalreiz wurde paarweise mit einer Reihe gleichmäßig abgestufter Reize verglichen, in deren Bereich die gesuchte Größe liegen muß. Wesentlich war die vollkommene Unwissentlichkeit des Verfahrens. Die einzelnen Stufen wurden in beliebiger Reihenfolge dargeboten. Die Urteile der Vp. bezogen sich immer auf den veränderlichen Reiz (Vergleichsreiz), der als stärker, schwächer oder gleich dem Normalreiz angegeben wurde. Zwischenurteile wie „stärker — bis — gleich", „schwächer — bis — gleich" waren selten und wurden zu den Gleichurteilen gerechnet. Jedes Gewichtspaar war innerhalb einer Versuchsreihe mindestens 30 mal auf sein Intensitätsverhältnis hin zu beurteilen. Zur möglichsten Vermeidung von konstanten Fehlern wurde die Zeitlage von Normal- und Vergleichsreiz gewechselt: In der ersten Versuchshälfte blieb der erste Reiz konstant, in der zweiten umgekehrt. Die Reizdauer betrug 0,5 Sek., die Zeit zwischen den zu vergleichenden Reizen 1,2 Sek. Für hinreichende Erholung der Druckpunkte nach jedem Urteil war Sorge getragen in Gestalt einer Pause von etwa 1 Minute. Zu Beginn jedes neuen Versuches wurde ein vorbereitendes Zeichen gegeben.

Zur Berechnung der Schwellen aus den gewonnenen Stärker-, Kleiner- und Gleichurteilen fanden Formeln[1]) Verwendung, in welche die Werte einzusetzen waren. Für die oberen und unteren Schwellen (S_o und S_u) bestehen die Gleichungen:

$$S_o = \left(D_o + \frac{i}{2}\right) - \frac{\Sigma gr \cdot i}{n}$$

$$S_u = \left(D_u - \frac{i}{2}\right) + \frac{\Sigma kl \cdot i}{n}$$

Als Kontrollformel hatte hier noch die Gleichung

$$S_o - S_u = \frac{\Sigma gl \cdot i}{n}$$

Bedeutung. Im einzelnen ist dabei: D_o = dem größten Wert der Reizstufe, D_u = dem kleinsten Wert der Reizstufe, i = dem Wert einer Reizstufe, Σgr = der Summe der Größerurteile, Σkl = der Summe der Kleinerurteile, Σgl = der Summe der Gleichurteile, n = der Zahl der auf eine Stufe entfallenden Urteile.

In der Hauptsache kamen vier Versuchsreihen mit vier verschiedenen Vpn. zur Ausführung. Die erforderliche Übung wurde

1) Siehe R. Pauli, Psychol. Prakt., Jena, Fischer, 1922.

in Vorversuchen gewonnen. In den Reihen I und II wurden unter Verwendung der 0,1-mm²-Spitzen die Unterschiedsschwellen für 1, 3, 6, 12 und 60 g bestimmt. Die Reihen erstrecken sich damit über den ganzen Bereich der Reizskala: der Druck von 1 g kommt, die zugehörigen Vergleichsreize hinzugerechnet, der Druckschwelle, der Druck von 60 g der Schmerzgrenze nahe. Für die ganze Untersuchung wurde bei jeder Vp. ein und derselbe Druckpunkt verwandt.

Da die eingeschlagene Methodik gestattet, auch Unterschiedsschwellen für Schmerzreize zu bestimmen, war es von Interesse zu untersuchen, wie sich die Unterschiedsempfindlichkeit ändert, wenn die Reizstärke allmählich so gesteigert wird, daß Schmerzempfindung auftritt. In Anlehnung an die Arbeiten von v. Frey[1]) muß angenommen werden, daß dann die dem Druckpunkt benachbarten Schmerznerven mit in den Reizbereich einbezogen werden. In den Versuchsreihen III und IV sind daher unter Verwendung der Nadelspitzen die Unterschiedsschwellen für 1, 3, 6, 12 und 30 g bestimmt worden. Davon lösten 1, 3 und 6 g Druckempfindung, 30 g Schmerzempfindung aus. Bei 12 g Normalreiz lag ungefähr die Grenze zwischen beiden: die kleineren Vergleichsreize erzeugten im allgemeinen Druck-, die stärkeren Schmerzempfindung. Eine Eigenart der letzteren ist, daß sie im Gegensatz zur Druckempfindung einen langsamen Ablauf zeigt. Damit die Vergleichung der Reize dadurch keine Schwierigkeiten erfährt, sind für die beiden letzten Versuchsreihen zwei Druckpunkte gleichen Schwellenwertes auf entsprechenden Stellen der rechten und linken Hand (wieder über dem Knöchel des 2. Fingers) gewählt worden. Die Reizung erfolgte sukzessiv. Die übrige Methodik entsprach den vorigen Versuchsreihen.

Besonders hinzuweisen ist auf die infolge der kleinen Reizflächen hohen spezifischen Druckwerte. Es entsprechen:

1 g	mit	den	0,1 mm²-	Spitzen	= 1 kg/cm²
3 g	„	„	0,1 mm²-	„	= 3 kg/cm²
6 g	„	„	0,1 mm²-	„	= 6 kg/cm²
12 g	„	„	0,1 mm²-	„	= 12 kg/cm²
60 g	„	„	0,1 mm²-	„	= 60 kg/cm²
1 g	mit	den	0,001 mm²-	Spitzen	= 100 kg/cm²
3 g	„	„	0,001 mm²-	„	= 300 kg/cm²
6 g	„	„	0,001 mm²-	„	= 600 kg/cm²
12 g	„	„	0,001 mm²-	„	= 1200 kg/cm²
30 g	„	„	0,001 mm²-	„	= 3000 kg/cm²

1) v. Frey, Vorlesungen über Physiologie, 3. Aufl. 1920, Berlin.

Auf den ersten Blick mag es seltsam erscheinen, Reize derartiger Stärke, wie sie bisher noch in keiner Arbeit verwandt worden sind, gerade zu einer Untersuchung des Drucksinns „bei möglichst verhinderter Reizausbreitung" zu gebrauchen. Dem ist entgegenzuhalten, daß die Flächen, auf welche der Druck wirkt, außerordentlich klein sind. Zum anderen aber zeigen gerade die Hansenschen Versuche, wie wichtig der Gebrauch einer weiten Reizskala ist. Indem dieselben bei kleinflächiger Reizung nicht über 7,5 g hinausgingen, mußten sie notwendig zu einer unzulänglichen Deutung der Ergebnisse führen.

Hinsichtlich der Größe der Druckreize ist noch auf einen weiteren Umstand einzugehen. Die Haut stellt ein elastisches System dar, in welches das Sinneselement eingelagert ist. Der außen auf die Haut wirkende Druck kann daher nicht in ganzer Stärke bis zu letzterem gelangen. Vielmehr gelten die Unterschiedsschwellen alle für einen Reiz, der in Wirklichkeit schwächer ist als der Normalreiz. Dieser Gesichtspunkt ist für die vorliegenden Versuche deshalb wichtig, weil die Epidermis an der betreffenden Hautstelle verhältnismäßig dick ist und teilweise sehr kleine Reizstärken verwandt werden. Es fragt sich daher, von welcher Größe die Abschwächung für die verschiedenen Reizstärken ist. Es läßt sich zeigen, daß die Abnahme des Druckreizes in der Haut ungefähr proportional dem Reiz selber erfolgt. Es tritt also nur eine geringe Verschiebung der Werte im Koordinatensystem nach rechts, dagegen keine Formänderung der Unterschiedsschwellenkurven auf. Dadurch ist dieser Umstand für die Auswertung ohne weitere Bedeutung.

Ehe auf die Ergebnisse selbst eingegangen wird, ist noch die Frage aufzuwerfen, wieweit es durch die gewählte Methodik tatsächlich gelingt, die Reizausbreitung zu verhindern. Denn sie ist entscheidend für die Verwertung und Übertragbarkeit der Befunde. Zunächst ist zuzugeben, daß die völlig isolierte Reizung eines einzelnen Sinneselements unmöglich ist, und daß Art und Größe der Nebenwirkungen nur schwer einzuschätzen sind. Was aber praktisch möglich ist, erscheint durch die beschriebene Versuchstechnik erreicht. Jedenfalls dürfte auch die Methode des Ausstechens der benachbarten Druckpunkte (Hansen) die Reizausbreitung kaum besser hintenanhalten. Dafür sind aber dort neue, künstliche Bedingungen gesetzt, deren Wirkung nicht zu übersehen ist. Den besten Beweis dafür, daß die Reizausbreitung tatsächlich erheblich eingeschränkt

ist, geben die hier und bei Hansen übereinstimmend gefundenen Besonderheiten gegenüber allen sonstigen Untersuchungen. Es kann daher als wahrscheinlich angesehen werden, daß ähnliche Verhältnisse auch für das einzelne Sinneselement gelten.

Wenn die Reizung des Druckpunkts, wie in den Reihen III und IV, so stark wird, daß Schmerzempfindung auftritt, gelten natürlich andere Gesichtspunkte: Wie schon erwähnt, ist dann eine gleichzeitige Reizung der benachbarten Schmerznerven vorhanden, der für den auftretenden Qualitätswechsel — besser gesagt Modalitätswechsel — eine entscheidende Rolle zukommt.

II. Ergebnisse.

A. Größe und Verlauf der Unterschiedsschwellen.

Grundlegend sind die Versuchsreihen I und II, in denen unter Verwendung der 0,1-mm²-Spitzen die Unterschiedsschwellen für 1, 3, 6, 12 und 60 g bestimmt wurden. Die gefundenen Werte sind in den Fig. 1 und 2 graphisch zur Anschauung gebracht. Die Abszissen bezeichnen die Reizgröße (R), die Ordinaten in Fig. 1 die absolute (dR), in Fig. 2 die relative

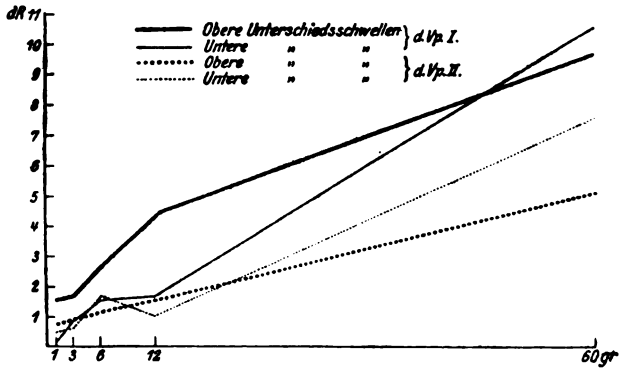


Fig. 1.

Absolute Unterschiedsschwellen
(Reizung eines Druckpunktes, Reizfläche 0,1 mm².)

Unterschiedsschwelle $\left(\frac{dR}{R}\right)$. Die Ergebnisse zeigen bei beiden Vpn im wesentlichen gute Übereinstimmung, so daß eine Verallgemeinerung statthaft ist. Hinzuweisen ist zunächst auf die im Vergleich zu den meisten anderen Untersuchungen über den Drucksinn gewonnenen hohen Schwellenwerte. Vor allem treten sie bei den niederen Reizstärken auf. Für die relativen Unter-

schiedsschwellen des Drucksinns bei großflächiger Reizung wird im allgemeinen mit Stratton[1]) als konstanter Wert 0,04 angenommen. In den vorliegenden Versuchen steigt ihre Größe, z. B. bei den relativen oberen Unterschiedsschwellen von 1 g auf 1,55 bzw. 0,77, von 3 g auf 0,57 bzw. 0,31 usw., wie aus Fig. 2 zu ersehen ist. Die hohen Schwellenwerte sind zweifellos nur der verhinderten Reizausbreitung zuzuschreiben. Dafür sprechen

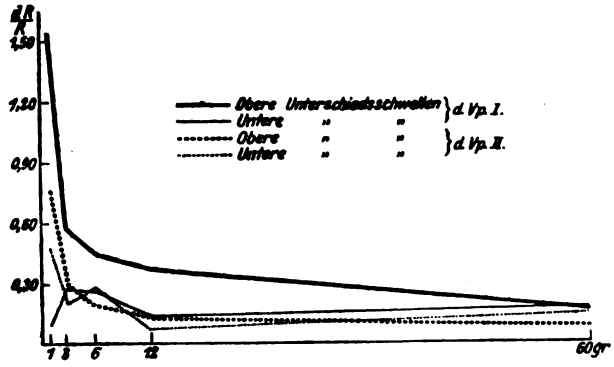


Fig. 2.
Relative Unterschiedsschwellen.
(Reizung eines Druckpunktes, Reizfläche 0,1 mm².)

auch die Hansenschen Versuche, in denen die Verkleinerung der Reizfläche z. T. allein schon genügte, um die Unterschiedsschwellen emporzutreiben. Unterstützend wirkt hier noch die Wahl der Hautstelle. In guter Übereinstimmung mit den gefundenen hohen Schwellenwerten stehen auch die Beobachtungen von Wertheim-Salomonson und Schoute beim Lichtsinn: die Verkleinerung der als Reiz wirkenden Lichtquelle hatte auch hier stets höhere Schwellenwerte im Gefolge.

Weiterhin ist der typische Verlauf wichtig, den beide Kurvenarten zeigen. Die absoluten Unterschiedsschwellen (Fig. 1) sind durch nahezu reine Proportionalität gekennzeichnet, auf die, wie unten noch näher auseinandergesetzt wird, besonderes Gewicht gelegt werden muß. Vor allem tritt sie bei den oberen Unterschiedsschwellen auf, während die unteren stärkere Schwankungen zeigen. Auch andere Autoren haben ein solches unregelmäßigeres Verhalten der unteren Schwellen gefunden, ohne eine Erklärung dafür geben zu können. Wahrscheinlich handelt es sich bei den Schwankungen hier wie auch den weniger starken der oberen

1) Stratton, G. M., 1896, Wundts Philos. Studien 12, 359 ff.

Schwellen nur um Ungenauigkeiten des Verfahrens. Eine prozentuale Angabe der Fehlergrenze ist nicht möglich, so daß hier immer nur auf eine mehr oder minder große Wahrscheinlichkeit geschlossen werden darf.

Die relativen Unterschiedsschwellen (Fig. 2) zeigen mit zunehmender Reizstärke einen Abfall derart, daß derselbe erst schnell, dann immer langsamer erfolgt. Dieser Verlauf findet sich bei den oberen Unterschiedsschwellen mit großer Regelmäßigkeit. Bei den unteren Unterschiedsschwellen ist er dem Verhalten in Fig. 1 entsprechend stärkeren Schwankungen unterworfen. Auch ist der Abfall der Werte hier geringer. Bei der Vp. I besteht sogar fast ein Gleichbleiben, wie es der strengen Fassung des Weberschen Gesetzes entspricht.

Interessant ist folgender Ergänzungsversuch. Bei der Vp. II sind zu den vorhandenen Werten noch die Unterschiedsschwellen für 1, 3 und 6 g mittels der Nadelspitzen bestimmt worden. Dabei wurde derselbe Druckpunkt verwandt, und auch sonst waren die Versuchsbedingungen genau gleich. Den einzigen Unterschied bildet die 100 mal kleinere Reizfläche. Eine Fortsetzung der Reihe über 6 g hinaus ist nicht erfolgt, da die Druckempfindung dann in Schmerz übergeht. In Tab. 1 sind die mit den 0,1- und 0,001-mm²-Spitzen gewonnenen Werte einander gegenübergestellt.

Tabelle 1.

		Obere U.-S.			Untere U.-S.		
		1 gr	3 gr	6 gr	1 gr	3 gr	6 gr
Absolute U.-S.	0,1 mm² Spitzen	0,77	0,92	1,18	0,50	0,63	1,70
	0,001 „ „	0,49	0,70	0,90	0,33	0,60	1,30
Relative U.-S.	0,1 „ „	0,77	0,31	0,19	0,50	0,21	0,28
	0,001 „ „	0,49	0,23	0,15	0,33	0,20	0,22

Der Verlauf der absoluten und relativen Unterschiedsschwellen ist bei der Verwendung der 0,001-mm²-Spitzen derselbe als vorhin. In doppelter Hinsicht aber verdienen die Ergebnisse besondere Beachtung. Ihrer Größe nach zeigen sich die mit den Nadelspitzen gewonnenen Unterschiedsschwellen stets kleiner als die mit den 0,1-mm²-Spitzen gewonnenen. Der von Wertheim-Salomonson und Hansen gefundene Satz, daß die Verkleinerung der Reizfläche die Unterschiedsschwellen in die Höhe treibt, erscheint also in diesem Fall nicht richtig.

Genau das entgegengesetzte Verhalten liegt da vor. Bei der Vp. I gaben Stichproben das gleiche Ergebnis. Subjektiv erscheint der gleiche Druck auf die 0,001-mm²-Spitzen übertragen stärker als auf die 0,1-mm²-Spitzen, was im Hinblick auf die höhere spezifische Belastung nicht verwunderlich ist. Eine Erklärung der Tatsachen ist aber sonst nicht leicht. Im großen und ganzen dürfte es richtig sein, daß, wie die letztgenannten Autoren behaupten, kleinere Reizflächen höhere Unterschiedsschwellen ergeben. Dafür sprechen gerade auch die hohen Schwellenwerte in der Gesamtheit unserer Versuche. Der Anstieg der Schwellenwerte erreicht aber offenbar ein Maximum, und es tritt wieder ein Abfall ein, wenn die Reizflächen so klein geworden sind, daß vornehmlich nur ein Druckpunkt getroffen wird. (Vielleicht ist auch hierin umgekehrt gerade ein Beweis dafür zu erblicken, daß die Reizausbreitung in der Tat stark hintenangesetzt ist.) Weshalb diese Umkehr wieder eintritt, also hier die Unterschiedsschwellen bei Verwendung der 0,001-mm²-Spitzen kleiner sind als bei Verwendung der 0,1-mm²-Spitzen, kann nicht entschieden werden. Offenbar wirken hier verschiedene Faktoren ineinander, deren Analyse späteren Untersuchungen vorbehalten werden muß.

Als Zweites geht aus Tab. 1 hervor, daß es nicht statthaft ist, die Druckwerte auf Grund der spezifischen Belastung ohne weiteres aufeinander zu beziehen, wie das z. B. Hansen in seinen Untersuchungen tut. Durch Verwendung der 0,1-mm²-Spitzen sind Druckstärken von 1, 3, 6, 12 und 60 kg/cm², durch Verwendung der 0,001-mm²-Spitzen solche von 100, 300 und 600 kg/cm² gewonnen. Die letzteren Werte bilden genau die Fortsetzung der ersteren, die zugehörigen Unterschiedsschwellen liegen aber in zwei ganz verschiedenen Verlaufsrichtungen. Daraus folgt, daß bei kleinflächiger Reizung die spezifischen Druckwerte keinen Maßstab für die Schwellengröße abgeben können. Aber auch bei großflächiger Reizung ist ein Vergleichen von Schwellen auf Grund der spezifischen Belastung nur näherungsweise richtig.

B. Der Übergang in Schmerzempfindung.

Die Versuchsreihen III und IV, in denen die Schmerzgrenze überschritten wird, sind um so bemerkenswerter, als sonst über die Unterschiedempfindlichkeit von Schmerzreizen keine Untersuchungen vorliegen. Die Ergebnisse sind in den Fig. 3 und 4

dargestellt: Die Schwellenwerte zeigen sich wieder auffallend groß, doch ist wichtig, daß sie in ihrer Gesamtheit tiefer liegen als die der Reihen I und II. Es steht das in guter Übereinstimmung mit dem oben angeführten Ergänzungsversuch, denn gegenüber den Reihen I und II sind die Reizflächen hier wieder 100 mal kleiner. Die absoluten Unterschiedsschwellen steigen mit zunehmendem Reiz nahezu rein proportional an, die relativen

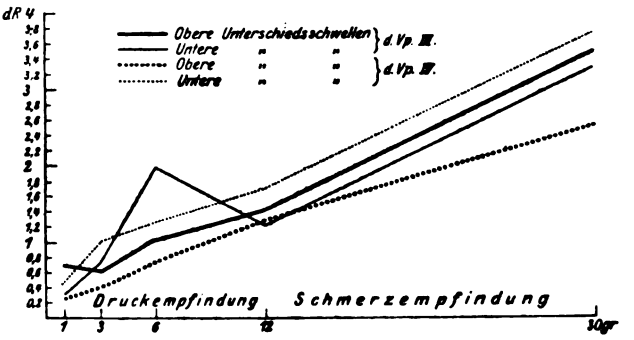


Fig. 3.
Absolute Unterschiedsschwellen.
(Reizung zweier Druckpunkte, Reizfläche 0,001 mm².)

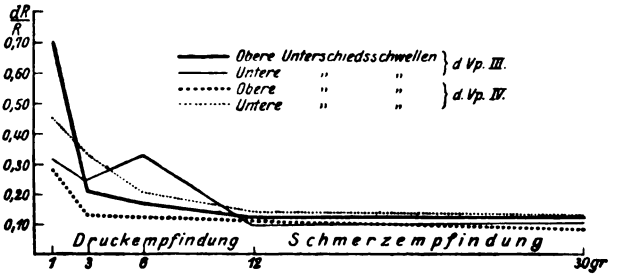


Fig. 4.
Relative Unterschiedsschwellen.
(Reizung zweier Druckpunkte, Reizfläche 0,001 mm².)

Unterschiedsschwellen nehmen erst schnell, dann immer langsamer ab — kurzum, ihr Verlauf zeigt eine volle Übereinstimmung mit den Reihen I und II. Die Ergebnisse bilden so zunächst eine neue Bestätigung dafür. Darüber hinaus aber ist gezeigt, daß für einen bestimmten Druckpunkt beim Übergang von Druck- in Schmerzempfindung in dem Verhalten der Unterschiedsschwellen keine Änderung auftritt. Der Modalitätswechsel ist also auf die Unterschiedsempfindlichkeit ohne Ein-

fluß — ein überraschendes Ergebnis. Ob auch sonst für Druck- und Schmerzreize keine Verschiedenheit in der Unterschiedsempfindlichkeit besteht, bleibt aber die Frage. Es sind dazu vorerst beim Schmerzsinn noch eigene, umfassende Versuche nötig, zu denen die Untersuchungen hier eine Anregung geben mögen.

Weiterhin ergibt sich noch aus der guten Übereinstimmung der Kurven, daß die Verwendung eines (Versuchsreihe I und II) oder zweier Druckpunkte (Versuchsreihe III und IV) für den Kurvenverlauf gleichgültig ist, derselbe also unabhängig von irgendwelchen besonderen Verhältnissen der Untersuchungsmethode zu Recht besteht.

C. Weitere Besonderheiten der Unterschiedsschwellen.

Das Webersche Gesetz wird im allgemeinen nur für einen mittleren Bereich als gültig angesehen, bei extrem schwachen und starken Reizen steigen die Unterschiedsschwellen an. Es fragt sich daher, ob auch hier ähnliche Verhältnisse anzutreffen sind. Da die relativen Unterschiedsschwellen inkonstant sind, kommt für die Frage nur der proportionale Anstieg der absoluten Unterschiedsschwellen in Betracht, wie noch unten näher gezeigt wird. Auffallend ist dann, daß sich die Proportionalität über den ganzen Versuchsbereich erstreckt: eine sogenannte untere Abweichung ist nur vielleicht bei den oberen Unterschiedsschwellen der Reihen I und III vorhanden; sogenannte obere Abweichungen fehlen — trotz der extremen Reizstärken — in den Ergebnissen vollends. Dieselben treten damit in Widerspruch zu den Untersuchungen A. Gattis, die auch bei Reizung nur eines Druckpunktes eine obere und untere Abweichung vom Weberschen Gesetz als bestehend annehmen. Vor allem aber gewinnt das hier völlige Fehlen einer oberen Abweichung für die Wertheim-Salomonschen Versuche Interesse, indem dort bei möglichst verhinderter Reizausbreitung für die höheren Reizstärken wieder ein starker Anstieg der Schwellenwerte gefunden wird, der so dem von dem Autor aufgestellten Reizungsgesetz entspricht.

Als anderer Punkt ist zu berühren, daß in den vorliegenden Versuchen die obere Unterschiedsschwelle für einen gegebenen Normalreiz durchweg größer ist als die untere. Nur bei der Vp. IV findet sich das umgekehrte Verhalten. Von anderen Autoren findet Hansen ebenfalls in der Regel die oberen,

Stratton dagegen die unteren Unterschiedsschwellen größer. Die verschiedene Versuchsmethodik spielt sicher eine Rolle, insbesondere der Zeitabstand der Reize. Die Tatsache aber, daß bei völlig gleichen Verfahrungsweisen, wie sie in den Versuchen hier gegeben sind, bei einer Vp. durchweg die oberen, bei einer anderen die unteren Unterschiedsschwellen größer sind, läßt auch individuelle Verschiedenheiten vermuten.

Für die Größe der Schwellenwerte ist weiterhin die Reihenfolge der Reize, d. h. ob bei der paarweisen Vergleichung der konstante Reiz zuerst oder zuletzt gegeben wird, wichtig. Der an zweiter Stelle gebotene Reiz wird regelmäßig unterschätzt. In Tab. 2 ist z. B. die Anzahl der Größer-, Kleiner- und Gleichurteile der Vp. I bei verschiedener Zeitfolge zusammengestellt. Es geht daraus hervor, daß die Summe der Größerurteile bei konstantem ersten Reiz allgemein kleiner ist als bei konstantem zweiten Reiz, die Summe der Kleinerurteile dagegen allgemein größer, nur die Summe der Gleichurteile bleibt ungefähr dieselbe. Daraus folgt, daß die oberen und unteren Schwellen, die ebenfalls in Tab. 2 eingetragen sind, bei

Tabelle 2.

	Σ gr*) bei konstantem		Σ kl bei konstantem		Σ gl bei konstantem		S_o bei konstantem		S_u bei konstant.	
	1. Reiz	2. Reiz	1. Reiz	2. Reiz	1. Reiz	2. Reiz	1. Reiz	2. Reiz	1. Reiz	2. Reiz
1 g	74	88	26	13	50	49	2,7	2,8	1,11	0,68
3 g	47	67	51	29	37	39	5,3	4,0	2,9	1,4
6 g	51	64	66	52	63	64	9,1	8,2	4,9	3,9
12 g	83	76	76	64	36	55	15,9	16,8	11,1	9,5
60 g	72	74	45	39	15	22	70,5	68,5	52,5	46,5

*) Σ gr, Σ kl, Σ gl = Summe der Größer-, Kleiner- und Gleich-Urteile. S_o und S_u = obere und untere Schwellen.

konstantem ersten Reiz allgemein größer sind als bei konstantem zweiten Reiz. Für die absoluten und relativen Unterschiedsschwellen gilt dies natürlich in gleichem Sinne. Die einzige Ausnahme in Tab. 2 bei den Größerurteilen von 12 g dürfte rein zufälligen Charakter haben. Die Ergebnisse stehen mit den Hansenschen in guter Übereinstimmung. Auch dort ist „Gleichheitsempfindung nicht bei objektiver Gleichheit vorhanden, sondern erst bei einer den ersten Reiz übersteigenden Stärke des zweiten". Für die Erklärung der Tatsache ist wichtig, daß sich dieselbe sowohl bei der Reizung ein und desselben Druckpunktes (Reihen I und II) als auch bei der Reizung

zweier Druckpunkte (Reihen III und IV) findet. Neben der Adaptation des Druckpunktes wird man daher auch noch nervöse Faktoren zentraler Natur für sie verantwortlich machen müssen. Hansen vermutet, daß das „Streben, den Eindruck des vorausgegangenen Reizes zum Zwecke des Vergleiches festzuhalten", nachteilig für die Auffassung des nachfolgenden ist.

Im Hinblick auf die Größe der Unterschiedsschwellen wurden auch die Reizdauer und die Dauer der Pause zwischen den beiden Reizen näher untersucht. Es kamen dafür die schnellste und die langsamste Gangart des Reizhebelapparates zur Verwendung. Die Reizdauer betrug im ersten Fall 0,1 Sek., die Zwischenpause 0,5 Sek. Bei der langsamen Gangart stieg die Reizdauer auf 1 Sek., die Zwischenpause auf 6 Sek. Die Versuche wurden bei den Vpn. I und II für einen Normalreiz von 6 g unter sonst genau den gleichen Bedingungen wie in den Versuchsreihen I und II ausgeführt. Dabei zeigte sich, daß keine wesentliche Verschiedenheit in den Ergebnissen auftrat. Die Schwellen waren fast genau dieselben wie die in den Versuchsreihen I und II für 6 g Normalreiz schon bei den mittleren Zeiten gefundenen. Bemerkenswert ist nur, daß bei der schnelleren Gangart an die Aufmerksamkeit eine schwierigere Aufgabe gestellt war. Immerhin muß offen gelassen werden, ob nicht bei ganz kurzen Zeiten doch Verschiedenheiten der Unterschiedsschwellen auftreten. Dafür sprechen vor allem die erwähnten Ergebnisse von Wertheim-Salomonson und Schoute, die das Webersche Gesetz nur gültig fanden, wenn der Lichtreiz eine gewisse Dauer überschritten hatte.

Die Größe der Unterschiedsstufe bei den Vergleichsreizen ist innerhalb nicht allzuweiter Grenzen auf die Größe der Unterschiedsschwellen ohne Einfluß. Ob man z. B. einen Reiz von 12 g mit 6, 8, 10, 12, 14, 16 g oder mit 6, 6,5, 7,5 ..... 15, 15,5, 16 g vergleicht, ist für das Ergebnis belanglos. Wesentlich ist nur, daß eine genügend große Zahl von Größer-, Kleiner- und Gleichurteilen zusammenkommt.

Dagegen ist hervorzuheben, daß die Größe der Unterschiedsschwellen noch von zahlreichen physiologischen Zuständen der Haut, z. B. ihrer Durchblutung und Temperatur, ferner von der Adaptation des Druckpunktes usw. abhängt. Ebenso ist die psychische Konstellation — dazu gehören in erster Linie die Aufmerksamkeit, dann auch die Ermüdung, Übung, Art und Größe von begleitenden Empfindungen usw. — von hervor-

ragender Bedeutung. Trotz aller Sorge, diese Einflüsse auszuschalten bzw. konstant zu halten, erschweren dieselben die gleichmäßige Beurteilung der Reize und lassen die Schwankungen in dem Verlauf der Unterschiedsschwellen verständlich erscheinen.

III. Erklärungsversuch.

Das Webersche Gesetz besagt, daß das Verhältnis von eben merklichem Reizzuwachs und zugehörigem Reiz, d. i. $\frac{dR}{R}$, konstant ist. In den vorliegenden Versuchsergebnissen nimmt diese Größe mit zunehmendem Reiz erst schnell, dann immer langsamer ab. Es erhebt sich daher die Frage, wieweit daraus auf eine Nichtgültigkeit des Gesetzes geschlossen werden darf.

Zunächst ist darauf hinzuweisen, daß unter den relativen Unterschiedsschwellen einzelne Kurven bzw. Teile solcher dem Weberschen Gesetz mehr oder weniger nahekommen, indem ihr Verlauf sich einer Parallelen zur Abszisse nähert. In anderen Kurven ist der Abfall ausgesprochener, teilweise sogar recht erheblich. Auffallend ist nun demgegenüber, daß die absoluten Unterschiedsschwellen alle einen nahezu rein proportionalen, d. h. linearen Anstieg entsprechend dem Weberschen Gesetz zeigen. Die Schwankungen in ihrem Verlauf gehen über Zufälligkeiten — man denke an die Ungenauigkeiten der Versuchsmethodik — nicht hinaus. Auf die absoluten Unterschiedsschwellen ist daher im folgenden besonderes Gewicht zu legen, namentlich weil ihr proportionaler Anstieg das eigentlich Wesentliche des Gesetzes ausmacht. Legt man den letzteren als entscheidend zugrunde, so kann das Gesetz dem Verlauf der absoluten Unterschiedsschwellen in den Fig. 1 und 3 zufolge ohne weiteres als gültig angesehen werden. Nur sind Erklärungen für die eigentümlichen Abweichungen der relativen Unterschiedsschwellen anzuführen.

Die sogenannte untere Abweichung des Weberschen Gesetzes, an die bei einer Erklärung der Inkonstanz von $\frac{dR}{R}$ gedacht werden kann, da der Abfall dieser Größe gerade bei den schwachen Reizen besonders stark ist, kommt hier ganz außer Frage (s. S. 146). Ebensowenig ist es angängig, den Abfall der relativen Unterschiedsschwellen auf die mit wachsender Reizstärke zunehmende Reizausbreitung zurückzuführen. Wie oben auseinandergesetzt wurde, ist es unmöglich, letztere ganz auszuschalten, und ferner nehmen mit stattgebener Reizausbreitung die Schwellenwerte ab. Es müßte sich dann ein

Parallelgehen der Reizausbreitung mit dem Abfall der Kurven der relativen Unterschiedsschwellen finden lassen. Ein solches ist aber in hohem Grade unwahrscheinlich, denn dafür ist der Abfall der Kurven der Fig. 2 und 4 zu groß und zu plötzlich, oder anders ausgedrückt, der Knick in ihnen spricht dagegen. Der zunehmenden Reizausbreitung kann daher, wenn überhaupt, nur in bescheidenem Maß eine Bedeutung zugesprochen werden.

Viel naheliegender ist es, eine Erklärung für die gefundene Inkonstanz von $\frac{dR}{R}$ in der Eigenart der absoluten und relativen Unterschiedsschwellen selbst zu suchen. Wichtig ist, daß bei dem proportionalen Anstieg der absoluten Unterschiedsschwellen die Linien in ihrer Verlängerung nicht durch den Koordinatenschnittpunkt gehen, vielmehr die Abszisse in der Regel erst in deren negativen Teil schneiden. In dem Schema, das die Fig. 5 darstellt, entspricht das ungefähr dem Verlauf der

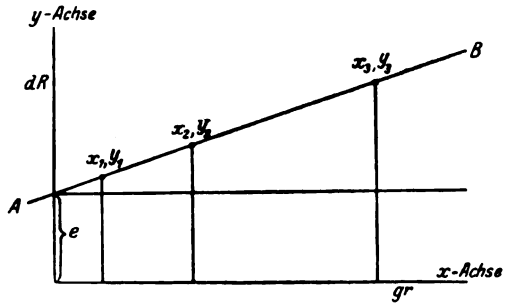


Fig. 5.

Linie AB. Sind nun X_1Y_1, X_2Y_2, X_3Y_3 usw. die Koordinaten einzelner Punkte der Linie, so versinnbildlichen die Verhältnisse $\frac{Y_1}{X_1}, \frac{Y_2}{X_2}, \frac{Y_3}{X_3}$ usw. die Größen der relativen Unterschiedsschwellen. Wie aus Fig. 5 hervorgeht, können diese aber niemals konstant sein, nehmen vielmehr mit zunehmender Größe von X erst schnell, dann immer langsamer ab, ganz dem Verlauf der Kurven der relativen Unterschiedsschwellen in den Fig. 2 und 4 entsprechend. Die Lage, d. h. der Schnittpunkt mit der Abszissenachse bei gleichbleibendem Neigungswinkel der Linie AB kann natürlich verschieden sein. Mit ihr ändern sich aber auch die Größenverhältnisse $\frac{Y_1}{X_1}, \frac{Y_2}{X_2}, \frac{Y_3}{X_3}$ usw. Wie aus den Fig. 1—4 zu entnehmen ist, zeigen die Kurven der absoluten Unterschiedsschwellen, die in ihrer Verlaufsrichtung dem Koordinatenschnittpunkt am nächsten kommen, in relative Unterschiedsschwellen

umgerechnet, den geringsten Abfall und umgekehrt. Der Grenzfall ist, daß AB durch den Koordinatenschnittpunkt geht. Dann allein sind die relativen Unterschiedsschwellen konstant. Legt man jetzt durch den Schnittpunkt der Linie AB mit der Y-Achse eine Parallele zur X-Achse und bezeichnet man ihre Entfernung von dieser mit e, so geht aus Fig. 5 ohne weiteres hervor, daß die Verhältnisse $\frac{y_1-e}{X_1}$, $\frac{y_2-e}{X_2}$, $\frac{y_3-e}{X_3}$ usw. konstant sind. Dieselben können aber für dieses neue Koordinatensystem auch wieder als relative Unterschiedsschwellen angesehen werden, deren Konstanz somit nur von dem richtigen Bezugssystem abhängt. Die Lage des letzteren ist durch den Verlauf der absoluten Unterschiedsschwellen eindeutig gegeben: die Y-Achse bleibt stets dieselbe, die X-Achse geht stets durch den Schnittpunkt der Linie der absoluten Unterschiedsschwellen mit der Y-Achse.

Zusammenfassend ergibt sich also, daß eine anfängliche Inkonstanz der realtiven Unterschiedsschwellen nicht gegen die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes sprechen kann, vielmehr ist stets ein Hauptaugenmerk auf das Verhalten der absoluten Unterschiedsschwellen zu richten. Zeigen letztere einen proportionalen Anstieg, so sind sie mit dem Gesetz vereinbar. Für den Fall können die relativen Unterschiedsschwellen stets durch einfache Koordinatentransformation konstant gesetzt werden. Der algebraische Ausdruck für diese Verhältnisse wäre die Gleichung

$$\frac{dR-e}{R}$$

Im Grenzfall wird die Konstante e unendlich klein oder gleich Null, womit die Formel in das eigentliche Webersche Gesetz übergeht. Unabhängig von jeder weiteren Erklärung bleibt der Beschreibungswert der letzteren bestehen.

Der von Hansen gezogene Schluß auf eine Nichtgültigkeit des Weberschen Gesetzes bei möglichst verhinderter Reizausbreitung muß demnach zurückgewiesen werden, um so mehr als ein großer Teil seiner eigenen Untersuchungen mir eher für als gegen eine Gültigkeit zu sprechen scheint. Zeichnet man die von ihm enthaltenen Unterschiedsschwellen wie hier in Koordinatensysteme, so ist zu erkennen, daß sie ihrem Verlauf nach von den hier gefundenen prinzipiell keine Abweichung zeigen. Es sind dort nur größere Schwankungen, ferner ist

der Versuchsbereich enger, so daß die Ergebnisse den hier gewonnenen völlig eingereiht werden können. Auch der obige Erklärungsversuch erscheint darauf übertragbar. Es kann dann zum Teil sogar genau der entgegengesetzte Schluß als der, zu dem Hansen gekommen ist, daraus gezogen werden.

Nicht minder wichtig sind hier die Untersuchungen Gatti's. Auch sie sprechen sich für eine Gültigkeit des Weberschen Gesetzes für den einzelnen Druckpunkt aus. Im Einzelnen weisen sie aber doch manche Abweichung von den vorliegenden Ergebnissen auf. Die relativen Unterschiedsschwellen findet Gatti weitgehend konstant im Gegensatz zu dem hier und bei Hansen übereinstimmend gefundenen erst schnellen und dann immer langsameren Abfall. Ihre Verlaufsform nähert sich also wieder mehr dem Grenzfall der Gleichung $dR - e = konst.$, für den $e = O$ ist. Worauf diese Verschiedenheit der Befunde beruht, kann z. B. nicht entschieden werden. Um so mehr dürfte es sich daher lohnen, die Lageänderungen der Linie der absoluten Unterschiedsschwellen unter verschiedenen Versuchsbedingungen, insbesondere ihr Herausgehobenwerden aus dem Koordinatenschnittpunkt, einer systematischen Untersuchung zu unterziehen, die wichtige Hinweise auf die Art des Zustandekommens des Weberschen Gesetzes erhoffen läßt.

Zusammenfassung.

Es ist versucht worden, die Unterschiedsempfindlichkeit des einzelnen Druckpunktes näher zu erfassen. Im wesentlichen ergibt sich:

1. Beim Übergang von großflächiger zu kleinflächiger Reizung steigen die Schwellenwerte an. Dieselben erreichen aber ein Maximum. Wird vornehmlich nur noch ein einziger Druckpunkt getroffen und die Reizfläche weiterhin verkleinert, so nimmt die Größe der Schwellenwerte wieder ab.

2. Bei möglichst verhinderter Reizausbreitung zeigen die absoluten Unterschiedsschwellen mit zunehmender Reizstärke einen nahezu rein proportionalen Anstieg. Die relativen Unterschiedsschwellen nehmen erst schnell, dann immer langsamer ab.

3. Für Schmerzreize hat sich hinsichtlich der Unterschiedsempfindlichkeit keine Besonderheit gegenüber den Druckreizen feststellen lassen. Eine Verallgemeinerung des Ergebnisses bleibt aber fraglich.

4. Das Webersche Gesetz ist für den einzelnen Druckpunkt als gültig anzusehen. Entscheidend ist hierfür der proportionale Anstieg der absoluten Unterschiedsschwellen. Die relativen Unterschiedsschwellen lassen sich durch einfache Koordinatentransformation konstant setzen.

5. Daraus ergibt sich allgemein für das Webersche Gesetz, daß die übliche Formulierung desselben (das Verhältnis von ebenmerklichem Reizzuwachs und zugehörigem Reiz ist konstant) zu eng gefaßt ist, wenn nicht das richtige Bezugssystem für die relativen Unterschiedsschwellen als stillschweigende Voraussetzung darin aufgenommen wird.

(Eingegangen am 16. Februar 1925.)

Untersuchungen zur Analyse musikalischer Photismen.

Von

G. Anschütz (Hamburg).

(Mit 38 Figuren im Text.)

Inhalt.

I. Prinzipielles 156
II. Untersuchungen an Herrn Paul Dörken 164
A. Tatbestand 164
B. Eigenart der Photismen 166
C. Besondere Analyse auf Grund subjektiver Angaben 169
1. Die Photismen der zwölf Töne unserer temperierten Oktave 169
2. Charakteristik der Farbenskala 171
3. Gegensatzfarben 174
4. Helligkeitsskala der Photismen 175
5. Farbwertskala der Photismen 182
6. Verhältnis der Photismen zu Grundfarben des Spektrums . . 185
7. Spezieller Charakter der Photismenfarben 186
8. Ästhetischer Wert der Photismen und Töne 189
9. „Schwere" der Töne 191
10. „Wärme" der Töne 192
11. „Beweglichkeit" der Töne 194
12. „Dichtigkeit" der Photismen 195
D. Analyse mit objektiven Methoden 195
1. Messung der Alterationserscheinungen 196
2. Häufigkeit und Qualität der auftretenden Alterationsfarben . 198
3. Eigenart der Alterationsfarben 201
4. Das Verhältnis Unbunt : Bunt 203
5. M.-Werte des Alterationsanfanges 204
6. M.-Werte der Endzeiten 206
7. M.-Werte des Alterationswechsels 207
8. M.-Werte der Periodenlängen 207
9. M.-V.-Werte der Periodenlängen 208
E. Ergänzungsversuche 209
1. Untersuchung des absoluten Tonbewußtseins 209
2. Untersuchung des analytischen Hörens 212
3. Einfluß zentraler Faktoren auf die Photismen 213
4. Helligkeit und relative Farbenwirkung in verschiedenen Höhenlagen 215
III. Schlußbemerkung 218

I. Prinzipielles.

Die Bezeichnung „Photismen" wird aus der Literatur übernommen[1]) und umfaßt die optischen Phänomene, die vom „Synoptiker" anläßlich von Eindrücken aus anderen Sinnesgebieten beobachtet werden. Musikalische Ph. sind solche, bei denen musikalische Formen oder deren Elemente den spezifischen Anlaß bilden. Der Name bezieht sich lediglich auf einen Komplex von Erscheinungen, der noch zu erforschen ist. Er enthält keinerlei Theorie, besonders nicht die von Bleuler[2]) aufgestellte vom Zustandekommen der Ph. im akustischen Zentrum.

Die musikalischen Ph. gehören zu den synästhetischen Inhalten und zeichnen sich gegenüber verwandten Erscheinungen durch folgendes aus: Erstens beruhen sie auf einer Verbindung der beiden „höheren" Sinne. Zweitens ist bei ihnen der Ton das Primäre (Anregende), der optische Inhalt das Sekundäre (Angeregte). Drittens werden sie ungleich häufiger beobachtet als die „Phonismen", bei welchen der optische Eindruck das Primäre, die akustische Erscheinung das Sekundäre ist. Der Analyse der musikalischen Photismen kommt daher die formale Zerlegbarkeit der Musik und ihre Zurückführbarkeit auf feste Elemente zugute, während Licht- und Farbeneindrücke im gewöhnlichen Leben und in der Kunst nicht an ein analog festes Skalensystem gebunden sind. Selbst wenn man die unberechtigte Annahme macht, daß für den Synästhetiker der Weg von der Farbe (Licht) zum Ton dem von Ton zur Farbe prinzipiell gleichartig sei, wirkt also die in der tonalen Welt bestehende, überall auf zahlenmäßige Elemente zurückführbare Ordnung eher im Sinne einer Stabilisierung von Photismen, als umgekehrt die relativ skalenlose Kontinuität der Farben und Lichter eine Bildung von stabilen Phonismen begünstigt.

Die vorliegende Veröffentlichung verzichtet auf eine Darstellung und Kritik früherer Untersuchungen über Synästhesie und Synopsie. F. Mahling[3]) berichtete erst kürzlich kritisch

---

1) Bleuler und Lehmann, „Zwangsmäßige Lichtempfindungen durch Schall und verwandte Erscheinungen auf dem Gebiete der anderen Sinnesempfindungen", Leipzig 1881. Ferner E. Bleuler, „Zur Theorie der Sekundärempfindungen", Zeitschr. f. Psychol. 65, 1913, S. 1—39.

2) Bleuler, „Zur Theorie . . ." S. 35.

3) „Zur Geschichte des Problems wechselseitiger Beziehungen zwischen Ton und Farbe", Diss. Berlin 1923.

über die wichtigsten Arbeiten. Wenn er dabei allerdings zu dem Schlusse kommt, „daß zwar die Erklärung der audition colorée als solcher keineswegs ausgeschlossen erscheint, daß aber infolge ihres durchweg subjektiven Charakters ein Gesetz für Beziehungen zwischen Ton und Farbe auch hier nicht aufzustellen war und ist“[1]), so erscheint diese Folgerung verfrüht. Die Literatur mit Einschluß der Arbeiten von Bleuler und Flournoy[2]) weist nämlich bis heute trotz ihres Umfanges keinen einzigen Fall auf, in welchem über Beschreibung und Statistik hinaus sehr viel Analyse unternommen wurde.

Es zeigt sich immerhin in den bisherigen Arbeiten eine doppelte Interesserichtung, die für weitere Forschung wichtig ist. Erstens wurde untersucht, welche akustischen Gegenstände den anregenden Reiz für auftretende Ph. bilden. Da an dieser Stelle Reize aus anderen Sinnesgebieten ausscheiden (Druck, Schmerz, Geruch, Geschmack), so bleiben folgende Arten übrig: a) einfache Töne im Sinne von Tonhöhen, b) Klangfarben, c) simultane und sukzessive Intervalle, d) Akkorde, e) musikalische Motive, Themen, Melodien und Linien, f) Tonarten, g) Akkordfolgen und Modulationen, h) ganze musikalische Kompositionen oder Teile von ihnen, i) der Stil einzelner Komponisten. Als Grenzgebiet kommen in Betracht die Ph. von Vokalen, Konsonanten, Silben, Wörtern und Geräuschen aller Art. — Zweitens wurde die Frage behandelt, was die Ph. psychologisch seien. Bleuler[3]) sah sich vor die Alternative gestellt, ob sie als Inhalte von Empfindungen oder von Vorstellungen anzusprechen sind, indem er sich für jene entschied. E. R. Jaensch[4]) lehnt neuerlich diese Alternative insofern ab, als er sie von Fall zu Fall im Sinne verschiedener Typen beantwortet wissen will. Er unterscheidet den Empfindungs-, den Vorstellungs- und den Gefühlssynästhetiker. Innerhalb der zweiten Problemstellung suchte man zu entscheiden, ob die Ph. physiologisch-funktionell oder

---

1) a. a. O. S. 137 f. An anderen Stellen spricht sich Mahling hoffnungsvoller aus und betont, daß er durch seine historisch-kritische Arbeit wesentlich den Boden für weitere Forschungsarbeit schaffen will.

2) Th. Flournoy, „Sur l'audition colorée“, Archives des sciences physiques et naturelles, Bd. XXIII, Genf 1890. Ferner „Des phénomènes de synopsie (audition colorée)“, Paris und Genf 1893.

3) „Zur Theorie . . .“ S. 35.

4) Päd. Warte, XXXI, 9/10, 1924.

ob sie durch Assoziationen zu erklären seien, wobei auch vermittelnde Standpunkte vertreten wurden[1]).

Die Analyse der musikalischen Synopsie darf praktisch die Untersuchung der anregenden musikalischen Elemente von derjenigen der psychologischen Eigenart ihrer zugehörigen Ph. nicht trennen. In der Mehrzahl der Fälle von wirklicher musikalischer Synopsie erscheinen akustischer und photismatischer Eindruck als Teile eines einzigen Erlebnisses. Die Frage, ob Inhalt der Empfindung, der Vorstellung oder des Gefühls, entscheidet sich daher meist mit der Feststellung der anregenden Eindrücke. Es pflegt sich nämlich der Charakter der Ph. im gleichen Grade dem eines Empfindungsinhalts zu nähern, in welchem die anregenden musikalischen Gegenstände mindestens auch elementar, also Töne sein können. Damit tritt die musikalisch-synoptische Disposition in engen Zusammenhang mit dem absoluten Tonbewußtsein. Soll einem jeden der zwölf Töne unserer Oktav ein empfindungsmäßiges Ph. fest zugeordnet sein, so muß die Möglichkeit einer experimentellen Fehlreaktion oder ein Versagen in der Synopsie auf ein Minimum beschränkt sein, es muß also ein ausgebildetes absolutes Tonbewußtsein bestehen. Dieses bildet somit die Vorbedingung für vollständige musikalische Synopsie, während umgekehrt absolutes Tonbewußtsein die Synopsie nicht voraussetzt[2]).

Die objektive Feststellung, daß bei einer Person absolutes Tonbewußtsein vorhanden ist, und die subjektive Behauptung dieser Person, sie habe bei jedem einzelnen Ton eine optische Erscheinung, genügt noch nicht zu der sicheren Annahme, daß man es mit einem wirklichen Synoptiker zu tun hat. Es gibt Leute mit absolutem Tonbewußtsein, die angeblich Farben- und Lichterscheinungen haben, während sich das im Experiment nicht erweisen läßt. Dann handelt es sich nicht um Empfindungs-, sondern um Vorstellungs- und Gefühlssynoptiker. Nicht selten hat sich gewollt oder von selbst ein individuelles System von Vorstellungs- und Gefühlsinhalten gebildet, das ursprünglich von einer objektiven Grundlage ausging, dann aber in der Reflexion ergänzt wurde. Ich untersuchte mehrere derartige Personen und fand in einem Falle, daß zuerst nur der

1) Vgl. Mahling a. a. O. S. 94 ff.

2) Hier und im folgenden bleibt die Frage unberührt, ob anstatt „absolutes Tonbewußtsein" etwa „absolutes Tongedächtnis" gesetzt werden sollte. Das Problem wird an anderer Stelle besonders behandelt werden.

Ton E die „Idee" eines krassen Gelb wachrief; dem scheint der Eindruck des C als „weißlich" gefolgt zu sein, schließlich erhielten alle Töne der Oktav optische Inhalte zugeordnet. Es stellte sich jedoch heraus, daß trotz gut entwickelten absoluten Tonbewußtseins im Erkennen und Benennen der Töne von Empfindungscharakter der Farben keine Spur bestand. Läßt man in solchen Zwischenfällen auf einzelne als Reiz gegebenene Töne nicht mit der Ton-, sondern mit der Farbenbenennung reagieren, so zeigt sich eine erhebliche, und zwar stärkere Verlängerung der Reaktionszeiten, als dies bei Empfindungssynoptikern infolge innerer Umstellung auf andere Namengebung vorkommt. Auch erhält jeder Ton der Oktav einen neuen relativen Reaktionsindex. Stellt man ferner ins einzelne gehende Fragen über die Helligkeit, Sättigung und sonstige Merkmale der Farben, so zeigt sich die allgemeine Unsicherheit. Die Angaben dieser Personen dürfen unter keinen Umständen, wie früher geschehen, auf gleiche Stufe gestellt werden mit denen von wirklichen Empfindungssynoptikern.

Es ist jedoch wegen der Häufigkeit von Mischfällen nicht möglich, zwischen diesen beiden Typen eine exakte Grenze zu ziehen. Wahrscheinlich sind dem Zwischengebiet einige der von Flournoy und Abraham[1]) untersuchten Synoptiker zuzurechnen. Leider stellte Flournoy nur die Ph. der Töne in der C-Dur-Skala fest. Abraham registrierte alle zwölf Halbtöne, vermerkt aber in seiner Tabelle nicht einen Fall, in welchem jeder von ihnen ein Ph. besitzt[2]). Bestenfalls waren also die angeführten Fälle solche von fragmentarischer Empfindungssynopsie. Ich selbst fand eine solche Zwischenstufe bei einem achtzehnjährigen, fast erblindeten jungen Mann. Alle Töne der chromatischen Skala haben bei ihm ihre Ph. Einige von ihnen sind deutlicher und stabiler, andere unsicher. Ein optimaler Empfindungscharakter besteht nicht. Bei geöffnetem linken

1) „Das absolute Tonbewußtsein", Sammelbände der Internat. Musikgesellsch. III, 1, 1901, S. 38. Das Analoge gilt von den bei R. Hennig genannten Fällen („Charakteristik der Tonarten", Berlin 1897; „Entstehung und Bedeutung der Synopsien", Zeitschr. f. Psychol. 10, 1896, S. 183—222; „Das Problem der Charakteristik der Tonarten", Zeitschr. f. Ästhetik, XII; „Die Empfindung von Musik als Farbe", Schweizerische Musikzeitung vom 28. II. und 7. III. 1925).

2) Die von A. angeführten Töne sind bei seinen Personen nur Repräsentanten der ganzen Tonarten. Er bezeichnet seine Fälle selbst als solche von Vorstellungssynopsie.

Auge, auf welchem noch etwas Sehvermögen besteht, wird nämlich das Ph. als ein nahe vor dem Auge befindliches gefärbtes oder farbloses Feld von unsicherer Begrenzung bezeichnet. Während aber über Farbe und Helligkeit ziemlich genaue Angaben gemacht werden, erscheint ein während des Auftretens von Tönen gesehener Gegenstand nicht verfärbt, wie in Fällen bei Bleuler und Gruber beschrieben[1]). Auch werden im absoluten Tonbewußtsein nur rund zwanzig Töne der Mittellage erkannt und benannt. Die Ph. zeigen in diesem Falle noch Besonderheiten, indem manche von ihnen als von rechts nach links in andere Schattierungen übergehend oder als gefleckt bezeichnet werden. — Einen ähnlichen Fall, in welchem etwas größere Stabilität zu bestehen scheint, konnte ich bei einem ebenfalls fast erblindeten Musiklehrer feststellen[2]). Doch ist auch hier die Frage nicht mit einer Formel zu beantworten, ob die Ph. reinen Empfindungscharakter tragen.

Der einzige Fall, der mir bisher als ein solcher von reiner Empfindungssynopsie, verbunden mit gut entwickeltem absoluten Gehör, entgegentrat, betrifft den unten ausführlich untersuchten des Herrn Paul Dörken. Er zeichnet sich dadurch aus, daß nicht nur sämtliche Töne der Oktav ihr festes Ph. besitzen, sondern daß eine vollständige Ausbildung der Ph. zu Sondergebilden besteht. Jedes einzelne von ihnen besitzt in der Empfindung eine Reihe von bis ins einzelne konstatierbaren Eigenschaften.

So bemerkenswert die zahlreichen in der Literatur beschriebenen oder praktisch anzutreffenden Fälle sind, in denen nach Aussagen von Personen nicht mit Tönen, aber mit komplexeren musikalischen Formen optische Erscheinungen verbunden werden, so treten sie an Bedeutung zurück. Häufig wird behauptet, eine Tonart oder ihre Dreiklänge riefen Licht- oder Farbvorstellungen wach. Eine der von mir untersuchten Personen, ein Student, gibt an, den As-Dur-Akkord immer in eigentümlicher Weise als blau vor sich zu haben. Auch bei Modulationen in der Musik will er Farbenveränderungen bemerken. Versuche ergaben, daß die Erscheinungen unklar und nicht stabil sind. Das absolute Tonbewußtsein ist nicht vorhanden. Ähnlich bezeichnete eine Dame Des-Dur als rosa[3]). Sie erkannte

1) Vgl. Bleuler a. a. O. S. 8.
2) Nähere Angaben wurden mir durch Herrn P. Dörken übermittelt.
3) Vgl. vorstehende Anm.

zwar in den meisten Fällen die Tonart, verwechselte sie aber auch einmal mit d-moll. Andere Tonarten außer As-Dur, das aber nur selten erkannt wird, haben keine analogen Eigenschaften für sie.

Der Klaviervirtuos F. Odenwald in Bremen bezeichnet, wie er mir mitteilt, mit großer Bestimmtheit As-Dur als kastanienbraun. Auf nähere Anfrage meint er das As-Dur speziell bei Beethoven, aber auch bei Chopin, Wagner, Brahms, wo es doch eine relativ andere Rolle spielt. Er verbindet ferner mit anderen Tonarten weniger deutliche Farben. Als er auf meine Anregung Versuche unternahm, stellte sich heraus, daß er unter keinerlei äußerlich hergestellten Bedingungen (verdunkelter Raum, geschlossene Augen, natürliche und künstliche Beleuchtung) beim Anschlagen der Tasten irgendwelche optische Empfindung hatte und sich selbst unklar darüber war, wie er zu seiner Farbigkeit der Tonarten gekommen ist, die er auch seit Jahren seinen Schülern lehrte. Offenbar handelt es sich also um eine Art von Symbolik, die noch zu untersuchen ist.

Manche Personen verbinden nur ganz individuell bestimmte Töne, z. B. ein c''' mit einer Farbe. Bei seiner Wiederkehr in anderer Lage erhält das c entweder gar keine oder eine andere Farbe. Es ist mir jedoch weder in früheren Arbeiten noch in der eigenen Erfahrung bisher der Fall begegnet, daß jemand mit sämtlichen Tönen unserer ganzen musikalischen Skala verschiedene Ph. verbindet, wobei von bloßen Veränderungen der Größe, Helligkeit und Gestalt in den einzelnen Lagen abgesehen wird. Es scheint somit der optimale Fall dort zu bestehen, wo jeder Ton der zwölfstufigen Oktav mit einem Ph. im Sinne eines Empfindungsinhalts behaftet ist.

Das Gebiet der musikalischen Ph. ist mit dieser Skizze nicht annähernd erschöpft. Es bietet Stoff für umfassende Monographien. Insbesondere muß das Phänomen der Diagramme, die Verquickung der Ph. mit assoziativen Elementen, mit der Phantasie- und Vorstellungsbildung beim Hören von Musik oder beim musikalischen Schaffen noch untersucht werden[1]). Das fällt aus dem Rahmen dieser Veröffentlichung heraus, da sie sich die

1) Derartige komplexe Phänomene untersuchte ich bisher an 10 Personen, während im ganzen schon über 50 Synoptiker herangezogen wurden. Einen bemerkenswerten Fall zeigt der bekannte Klaviervirtuos Edwin Fischer.

Analyse eines ausgezeichneten Einzelfalles von empfindungsmäßiger Synopsie zum Gegenstand machen wird[1]).

Es darf behauptet werden, daß in den bisherigen Arbeiten eine Analyse der synoptischen Phänomene noch nicht unternommen wurde. Indem man sich vorwiegend auf die Aussagen einzelner Personen oder eigene gelegentliche Betrachtungen verließ, suchte man statistisches Material zu sammeln, was die Anhäufung äußerer Aspekte der Erscheinungen bedeutet. In seinen kritischen Betrachtungen konnte daher Mahling den Schluß ziehen, daß an eine Zuordnung von Farben und Tönen überhaupt nicht zu denken sei. Die Frage wird sich von neuem erheben, sobald die Analyse auf eine andere Basis gestellt wird.

Methodisch vertritt A. Messer[2]) die Überzeugung, die Erkenntnis synoptischer Phänomene hänge von dem Umstand ab, daß der Forschende selbst Synoptiker sei. Ohne daß die prinzipielle Berechtigung dieser Ansicht bezweifelt wird, ist entgegenzuhalten, daß sowohl in bezug auf die psychologische Eigenart der Ph. als auch auf ihren gegenständlichen Inhalt die Phänomene von Fall zu Fall derart unterschiedlich sind, daß ihr Vorhandensein beim Forschenden ebenso leicht zu unberechtigten Verallgemeinerungen führt. Mahling betont die große Intoleranz der Synoptiker hinsichtlich der Ph. Er verweist auch auf den Schritt der Brüder Nußbaumer[3]), beide scheinbar Empfindungssynoptiker, die sich in ihrer Jugend stets über die Ph. derselben akustischen Reize uneinig waren. Wichtiger ist die Forderung, daß Synoptiker selbst zu systematischer Beobachtung heranzubilden sind. Die so erzielten Ergebnisse sind aber in jedem Falle durch objektive Methoden zur Nachprüfung zu ergänzen. Es erübrigt sich, sie theoretisch

---

1) Andeutungen über komplexe farbige Formengebilde beim Hören von Musik finden sich in der leider einer Systematik entbehrenden, in der populären Literatur öfter zitierten Arbeit von Wehofer, „Farbenhören (chromatische Phonopsien) bei Musik", Zeitschr. f. angew. Psychol. Bd. 7, 1913, S. 1—54. Wehofer beschreibt die äußerlichen Umstände in extenso, sagt aber nirgends, an welchen Stellen der oft nicht einmal genau genannten Werke die angedeuteten Erscheinungen auftraten, noch weniger, ob sie bei Wiederholung konstant blieben oder typische Veränderungen erfuhren. Besser in dieser Hinsicht ist eine Arbeit von Oskar Rainer, „Musikalische Graphik", Wien 1925, obwohl auch sie einer genauen psychologischen Methodik entbehrt.

2) „Psychologie", Stuttgart u. Berlin 1922, S. 135.

3) Vgl. Mahling a. a. O. S. 116.

zu erörtern, da sie unten an Beispielen zur Darstellung gelangen.

Daß verschiedene Fälle von Synopsie nicht gleichwertig zu behandeln und nach allen Seiten einer gründlichen Prüfung zu unterziehen sind, bedarf nach dem Vorangegangenen keines Beweises. Wahrscheinlich ist nach den früheren und nach meinen eigenen Untersuchungen, daß es nicht nur qualitativ verschiedene Formen gibt, die zur Aufstellung von Typen führen, sondern daß auch quantitativ der Grad jeweiliger Ausbildung von Synopsie maßgeblich ist. Man kann sich somit optimale Fälle denken, die aufzusuchen und zu analysieren sind. Bei ihnen müßten etwa folgende Bedingungen erfüllt sein:

1. Vorhandensein des absoluten Tonbewußtseins in optimaler Ausbildung bzw. die Fähigkeit, es durch Übung zu erwerben.

2. Behaftung möglichst vieler Einzeltöne mit einem Ph. im Sinne totaler Ausbildung eines stabilen Systems.

3. Hervorragende musikalische Begabung im Sinne vollkommener Beherrschung aller chromatischen und harmonischen Beziehungen der Töne und Tonverbindungen.

4. Empfindungsmäßige Natur der Ph. derart, daß sie an inhaltlicher Deutlichkeit und Greifbarkeit wirklich gesehenen Farben und Helligkeiten gleichkommen.

5. Die Fähigkeit des Reproduzierens oder Produzierens der Ph. auch ohne tatsächliche Einwirkung von Tönen.

6. Möglichste Ausschaltung optischer Elemente, die auf anderem als synoptischem Wege, besonders über die Netzhaut ins Bewußtsein gelangen. Da das Auge des Sehenden fortwährend von Reizen getroffen wird, die im Sinne der Ph. relativ heterogen sind, so ist dieser Fall bei Blinden zu suchen. Hier kommt nur der Erblindete in Frage, da beim Blindgeborenen die Verständigung über etwaige Ph. mindestens erschwert ist.

7. Im Falle der Erblindung liegt wieder der optimale Zeitpunkt in den Entwicklungsjahren. Erfolgt die Erblindung zu früh, so entbehrt das Farbenbewußtsein der Ausbildung, Sehnerv und optisches Zentrum unterliegen der größeren Gefahr einer Atrophie. Erfolgt sie später, so entbehren die Ph. zur Ausbildung der optimalen psychophysischen Grundlage für ihre Entwicklung. Auch Assoziationen aus der gesehenen Welt erhalten überwiegenden Einfluß.

8. Möglichste Ausschaltung der Assoziationen, was wesentlich nur durch nachträgliche Kontrolle zu erreichen ist. Es

wirken z. B. manchmal auch bei erblindeten Musikern noch die weiße und schwarze Färbung der Klaviertasten auf die Bildung der den Ph. zugehörigen Töne ein.

9. Interesse, Fähigkeit und Übung des Synoptikers, die Erscheinungen zu beobachten, zu kontrollieren und zu beschreiben; endlich der Wille und die Ausdauer, sich langwierigen Analysen und Experimenten zu unterziehen.

Nachdem ich lange nach Fällen gesucht habe, die ähnliche Bedingungen nach Möglichkeit erfüllen, fand ich einen solchen in dem Hamburger Musiker Herrn Paul Dörken. Mit der Analyse seiner musikalischen Ph. beschäftigt sich die folgende Darstellung. Ich bin ihm für seine unermüdliche Mitarbeit zu besonderem Danke verpflichtet. Untersuchungen und Ergebnisse sind unter Fortlassung zahlreicher Einzelheiten in knapper Form wiedergegeben.

II. Untersuchungen an Herrn Paul Dörken.

A. Tatbestand.

Herr D. fiel mir in meinen musikästhetischen Übungen als ausgeprägter Synoptiker auf. In einem Referat berichtete er über seine Erscheinungen, indem er sich von jeder theoretischen Einstellung fernhielt und eine reine Beschreibung lieferte. Keine einzige Angabe vermochte er durch Nachfrage angeregt zu begründen; insbesondere konnte er nicht erklären, warum die einzelnen Töne im Ph. ihre bestimmten Farben, Helligkeiten und sonstigen Eigenschaften haben. Seine Mitteilungen waren also nur schildernde Selbstmonographie. Sie wurden ergänzt durch eine Reihe von Tafeln mit aufgeklebten Streifen aus den Ostwaldschen Farbheften. Eine seiner Schülerinnen und Herr stud. phil. A. Plath hatten, da er selbst erblindet ist, nach seinen Beschreibungen die Farben ausgewählt. Die Tafeln stellten teils die diatonischen Tonleitern, teils kompliziertere Beispiele unserer großen Komponisten in farbigen Noten dar. Sie wurden ohne meine Mitwirkung angefertigt und bildeten in dieser gänzlich unbeeinflußten Form die objektiv fixierte Basis aller Untersuchungen. Herr D. stellte sich bald mit großem Geschick auf eine psychologische Beobachtung ein und konnte meist schnell und präzise durch innere Beobachtung der Ph. die nötigen Auskünfte geben.

Herr D. ist Musiklehrer an der Hamburger Blindenschule. Er besitzt eine selten hohe und vielseitige musikalische Veranlagung. Durch schnelles Auffassen und hervorragendes Gedächtnis vermag er nach kurzer Übung an Hand der meist von ihm selbst angefertigten Übertragungen in Blindenschrift Werke nicht nur der Klassiker und Romantiker, sondern auch solche neueren Datums (Reger, Debussy, Scott u. a.) konzertmäßig auswendig zu spielen und öffentlich vorzutragen. Er besitzt das absolute Tonbewußtsein für gut 70 Töne unserer Skala, analysiert Klangfarben auf Obertöne bis in Einzelheiten durch das unbewaffnete Ohr und erkennt die schwierigsten simultanen und sukzessiven harmonischen Gebilde, sei es in vorliegenden Kompositionen, sei es in zum Zweck der Versuche konstruierten Gebilden. Seine Analyse beschränkt sich nicht auf das Formale, sondern er vermag mit großer Exaktheit graduelle und qualitative Besonderheiten in bezug auf psychologischen Ausdrucksgehalt anzugeben. Hiervon werden Einzelheiten in anderem Zusammenhang beschrieben. Er ist auch kompositorisch tätig. Klavier und Orgel sind ihm vollständig vertraut.

Vor 20 Jahren ist Herr D. als Dreizehnjähriger erblindet, nachdem er in früher Jugend das Sehvermögen auf dem rechten Auge verloren hatte. Einige Jahre bestand auf dem linken Auge noch ein Lichtschimmer, der aber infolge fortscheitender Netzhautablösung und einer traumatischen Blutung nach der vierten Operation durch Prof. Deutschmann in Hamburg vor acht Jahren total verschwunden ist. Es ist also anzunehmen, daß a) die Netzhaut nicht mehr in Funktion ist, b) der Sehnerv auch des linken Auges entweder atrophiert ist oder mindestens eine erhebliche Alteration erlitten hat. Da die optische Erinnerungsfähigkeit sehr gut erhalten ist, dürfte Atrophie oder erhebliche Alteration der Gehirnzentren nicht bestehen.

In seiner Jugend hatte Herr D. künstlerische Neigungen. Sie bezogen sich auf das Malerische. Bis zur Erblindung kamen aus äußeren Gründen besondere musikalische Eindrücke nicht in Frage.

Über die Entstehung der Ph. läßt sich Tatsächliches nicht ermitteln. Vermutlich sind sie im Laufe der Jahre allmählich und zuerst unbemerkt aufgetreten. Sie scheinen seit langem ihre heutige Stabilität zu besitzen. Stets gelten sie als etwas Natürliches, wie in den von Bleuler untersuchten Fällen, und sie wurden deshalb nicht besonders beachtet. Seit durch äußere

Anregung das Interesse auf sie gerichtet wurde, werden sie durchweg als schön bezeichnet, jedoch mit graduellen Unterschieden vom einen zum anderen. Gegenständlich werden sie erst, wenn sich die Beobachtung auf sie richtet. Bis dahin sind sie ein Teil des Innenlebens und bilden mit dem Erlebnis der Musik eine Einheit. Es gibt keinen Ton und keine Musik ohne Ph., dagegen Ph., wenn sie nur subjektiv gebildet werden, ohne gehörte Töne.

B. Eigenart der Photismen.

1. Die Ph. im Falle D. sind Inhalte von Empfindungen. Sie teilen jedenfalls mit diesen die subjektive Deutlichkeit, Lebhaftigkeit und Greifbarkeit, was sich auch im experimentellen Verfahren bestätigt. Sie erscheinen aber gleichzeitig als durchsetzt, ja stellenweise bedingt durch zentrale Elemente, die die Empfindungsinhalte im alten Sinne überschreiten.

2. Indem gehörter Ton und synoptisches Ph. eine Einheit bilden, geht einer jeden Eigenschaft eines Tones eine solche im Ph. parallel und umgekehrt. Besonders auffällig ist das in den Randgebieten des absoluten Tonbewußtseins, wo sich Klarheit oder Unklarheit der Töne (Tonhöhen) auf den Charakter des Ph. übertragen.

3. Die Lokalisation im Raume, der wesentlich Seh- und nicht Tastraum ist, hängt von mehreren voneinander unterschiedlichen Gesetzen ab. Vorwiegend erfolgt sie an die wirkliche oder vermeintliche Schallquelle. Befindet sich diese im Rücken, so wird auch das Ph. mit allen seinen Eigenschaften in voller Deutlichkeit hinten gesehen. Tiefe Töne haben daneben die Tendenz, ein räumlich tiefer liegendes Ph. zu erzeugen. Das Doppelphänomen Ton—Farbe gilt alsdann als „schwerer". Der Beginn des Parsifalvorspiels liegt z. B. im Ph. links unten, der des Lohengrin-Vorspiels rechts oben. Obwohl Herr D. Übertragungen von Musik nur durch die Notenschrift für Blinde kennt, in welcher es kein Über- und Untereinander der Noten gibt — seine Beschäftigung mit Musik setzte wesentlich erst nach der Erblindung ein —, folgen die Ph. also in der Tendenz der Bewegung nach oben und unten, aber nicht projiziert auf eine Fläche, sondern übertragen in den synoptischen Raum. Bei Bewegung des Kopfes muß das Ph. erst „mitgeholt" werden.

4. Die Farben der Ph. sind in doppeltem Sinne Mischfarben. Sie sind mit Ausnahme des reinen Gelb beim Ton A Zwischenstufen unserer Grundfarben, und sie sind mehr oder minder mit Hell-Dunkel (Grau) vermischt, also vorwiegend ungesättigt. Außerdem zerfallen sie in zwei Hauptgruppen, in bunte und unbunte. Sie verteilen sich auf die zwölf temperierten Halbtöne der Oktav und kehren in den einzelnen Lagen wieder.

5. Außer einzelnen Tönen haben Zusammenklänge Ph. Diese stellen kein Gemisch dar, sondern die Elemente sind mehr oder minder für sich erkennbar. Je nach dem Charakter des Zusammenklanges wird das Bild jedes einzelnen Tones durch die in den Komplex gleichzeitig eingehenden anderen tonalen und photismatischen Elemente abgewandelt. Das tritt besonders in Erscheinung, wenn derselbe Ton a) allein steht, b) in einen Dur-, c) in einen Moll-, d) in einen schwebenden (übermäßigen) Dreiklang, e) in einen schwebenden Vierklang (verminderten Septakkord) als Element eingeht. Analoges gilt von zeitlichen Folgen.

6. Auch jede Klangfarbe eines Instrumentes und einer menschlichen Stimme hat ihr Ph. Es bildet um das stets stabile Ph. des Tones (Tonhöhe) eine Art Strahlenkranz und variiert von Fall zu Fall in der Größe, Helligkeit, Ausdehnung, Farbe. Grund-Ph. und Klangfarben-Ph. influenzieren sich je nach ihrem Charakter. (Ebenfalls besitzen alle Vokale, Konsonanten, Geräusche, Zahlen und die Wochentage ihre Ph. Herr D. gab seinen beiden Töchterchen die Namen Ursula und Gutrune wegen der „wunderschönen roten Farbe" des Ph. von u.)

7. Die Form der Ph. ist nicht exakt angebbar. Sie scheint in der akustischen Höhe einem kleinen Kreis mit unbestimmten Umrissen zu entsprechen, der beim c^4 ca. $1^1/_2$ cm im Durchmesser hat. Beim c^1 beträgt dieses Mittel 4 cm, beim Kontra C 10 cm. Diese Zahlen sind jedoch nur Richtwerte, da die Größe durch andere Momente mitbeeinflußt wird. Die Form der Ph. wandelt sich in der Mittellage zu einem schräg liegenden, in der Tiefe zu einem stehenden Oval. Von besonderem Einfluß ist der Klangfarben-Strahlenkranz, der z. B. bei der Oboe ein schmales, „mageres" Bild bewirkt. Bei Zusammenklängen ist die Größe der einzelnen Ph. schwer angebbar und durch den Charakter des Ganzen mitbedingt. Ohne merklichen Einfluß ist

die Entfernung der Tonquelle, während wachsende Intensität das Ph. vergrößert und umgekehrt.

8. Die Ph. sind Eigen-Ph. der Töne geworden, die unabhängig vom jeweiligen Einzelfall ihren Charakter besitzen. Wie der Sehende aus dem Bewußtsein der Eigenfarbe von Dingen heraus ohne Rücksicht auf den besonderen Fall z. B. das Weiß des Schnees als heller bezeichnet gegenüber dem des Papiers, so werden leicht aus der Erinnerung die typischen Unterschiede der Eigen-Ph. der Töne angegeben.

9. Die hierdurch bedingte Stabilität im Charakter der Ph. zeigt sich auch dadurch, daß sie sich nur mit den üblichen, durch unsere temperierte chromatische Tonskala gegebenen Einzeltönen verbinden und keine Zwischenstufen bilden. a) Beim kontinuierlichen Variieren der Tonhöhe mittels einer Pfeife schlug jedes Ph. plötzlich wie an einer Schwelle in das des folgenden Tones um[1]). b) Beim langsamen Anlaufen oder Abbremsen des Grammophons entrollten sich der Reihe nach chromatisch und lückenlos die 12 Ph. unserer Skala. c) Bei Versuchen mit dem von der Orgelbaufirma Steinmeyer in Öttingen nach Angaben von Psachos (Athen) zur Wiedergabe byzantinischer Musik konstruierten Harmoniums mit 41 ungleichen Tonschritten innerhalb der Oktav wurden sämtliche Töne beurteilt und im Ph. gesehen, als seien sie Töne unserer temperierten zwölfstufigen Skala. d) Es zeigt sich kein nennenswerter Unterschied bei den Ph., wenn zwei Flügel bis zu $^1/_6$ Ton in der Stimmung differieren, analog bei zwei Orchestern mit $^1/_8$ Ton Stimmungsdifferenz, obwohl diese Unterschiede bemerkt und die höhere Stimmung als die angenehmere bezeichnet wird.

10. In den Farben der Ph. überwiegt, wie auch Bleuler bei seinen 76 Personen summa summarum fand, ein rötlichbräunliches Element. Das zeigt sich nicht nur aus einem Abzählen der Farbqualitäten und aus der Analyse der Farbwerte der einzelnen Ph., sondern auch experimentell, wenn mit der Pfeife oder am Grammophon ein rasch ablaufendes Tonkontinuum hergestellt wird. Dann tritt nämlich nur ein rötlichbraunes, stark mit Unbunt untermischtes Phänomen auf. Das Bild des durch schnelle elektrische Bremsung der Straßenbahn erzeugten Ph. zeigt dasselbe. Nur bei ganz schnellem Bremsen

1) Untersuchungen über die Zwischenstadien sind noch nicht abgeschlossen.

des Grammophons ergibt sich ein schwarzer Strich mit weißem Rande, der außerdem komisch wirkt. Nächst den rötlich-braunen kommt an farblichen Elementen in der Wertigkeit der Ph. das Gelb, dann das Blau, erst zuletzt und fast identisch mit Null das Grün. Violett scheidet aus. Auch das stimmt zu den Mitteilungen von Bleuler.

11. Obwohl die Ph. den Charakter von Empfindungsinhalten tragen, sind sie vom „Erkennen" abhängig. Wird in Versuchen über das absolute Tonbewußtsein ein Ton ausnahmsweise nicht erkannt, so setzt auch das Ph. aus. Ist er unsicher erkannt, so ist auch das Ph. unklar. Es ist in keiner Weise angebbar, ob das Erkennen des Tones oder das der Farbe primär ist. In freier und experimenteller Beobachtung ergab sich stets Gleichzeitigkeit. Daß das „Erkennen" und geistige Erfassen die Eigenart der Ph. mindestens mitbestimmt, geht auch daraus hervor, daß sich die Ph. der einzelnen Töne in verschiedenen Zusammenhängen wandeln. Sie sind also, obschon Empfindungsinhalte, von Elementen durchsetzt, die nicht zur einfachen Empfindungsqualität im alten Sinne gehören.

C. Besondere Analyse auf Grund subjektiver Angaben.

1. Die Ph. der zwölf Töne unserer temperierten Oktav[1]). C — Mattbläuliches Weiß wie helle Himmelsfarbe. Eindruck, als wenn auf dunkler Bodenkammer durch ein Dachfenster gegen den Himmel gesehen wird. — Leicht grünlicher Einschlag, durchsichtige Farbe. Strahlender als das H-Ph., das mehr milchig ist.

Cis — Vorherrschende Tendenz nach Cis und nicht nach Des. Problematisches Ph. Im wesentlichen farblos, mittleres Grau, aber schimmernd wie Seide, minimale Farbreste widersprechenden Charakters enthaltend (grünlich-bläulich-gelblich)[2]).

---

1) Auf die enharmonische Verwechslung der Töne ist in der Benennung vorerst kein Bezug genommen.

2) Das Cis-Ph. enthält also Elemente, die, wie Bleuler (a. a. O. S. 7) sagt, „optisch geradezu unmöglich sind". Daß Bleulers hier zitierte Meinung noch der Kontrolle bedarf, beweisen die neuerlichen Mitteilungen von G. E. Müller („Darstellung und Erklärung der verschiedenen Typen der Farbenblindheit", Göttingen 1924, S. 80). Vgl. auch die von Müller teilweise wiedergegebene Arbeit von Alrutz (Psyke, 1915, S. 1 ff.).

Ähnlich dem Phosphoreszieren. Mondfarbig mit etwas Leuchten, Glühen und Glänzen wie Perlmutter. Die Helligkeit erscheint weich, gedämpft. Charakter leichter Verschleierung, aber nicht wie Nebel.

D — Braunrötlich, ähnlich der Farbe von abgefallenem Laub, auch von Eisenrost. Der Farbe von Kakao mit Milch vergleichbar, aber nicht ganz so „belanglos", etwas mehr Ausdruck. Zurücktretender mattgelbrötlicher stumpfer Glanz, viel matter als Fis oder As. Dicht und undurchsichtig, charakterlos.

Es — Dunkles Blau, schwärzlich. Glänzend ähnlich wie Stahlblau. Auch an den blauschwarzen Glanz der Steinkohle erinnernd.

E — Reines Weiß, wie Schnee in der Sonne, ohne jede, auch die leiseste Farbe, etwas heller als A.

F — Gedämpftes, aber volles Rotbraun. Rötlicher als kastanienbraun, ähnlich dem Ziegelrot. Es liegt von allen Ph. dem reinen Rot am nächsten. Ganz leiser gelblicher Schimmer. Gewisse leichte Verwandtschaft mit dem D-Ph., das aber viel matter ist.

Fis — Braun wie gebrannte Kaffeebohnen, dunkel, glänzend, schimmernd, angenehm, nicht aufdringlich. Erscheint im Gegensatz zu F „beschienen".

G — Mittleres Grau, schmutzig im guten Sinne. Ähnlich wie ferne Berge im Dunst, keine Farbe. Zwischen Hell und Dunkel. Zu Cis nur ganz geringer Helligkeitsunterschied, etwas dunkler. Farbe von Chausseestaub nach Regen.

As — Orange, etwas goldfarben, ähnlich dem Inneren von Goldlack. Sammetfarbe, voll, weich, während Cis der Seide zu vergleichen ist.

A — Strahlendes Gelb, Vollgelb, Postgelb, auch der Zitronenfarbe nahestehend. Erscheint beschienen wie E.

B — Schwarz, matter Glanz wie Ebenholz, nicht stumpf.

H — Matte, dichte, undurchsichtige, weißliche Mischfarbe aus Gelblich und Rötlich. Weniger als die Farbe von Kalbfleisch, der menschlichen Hautfarbe vergleichbar. Erinnert an den klaren Osthimmel bei beständigem Wetter vor Sonnenaufgang, auch an die Übergangsfarbe einer Erdbeerensorte beim Heranreifen. Helle Farbe, aber gedämpfter als E, milchig-undurchsichtig.

Sämtliche Ph. heben sich deutlich vom Hintergrund ab. Dieser hat im allgemeinen eine schwärzlich-graue Färbung. Er

ist heller als das B-Ph., aber dunkler als das G-Ph. Nach starker geistiger Tätigkeit erfährt die Hintergrundfarbe eine doppelte Veränderung. Entweder wird das Grau heller, oder es wird dunkler als gewöhnlich. Daß diese subjektive Angabe zutrifft, scheint ein Versuch über das Erkennen der Töne bei starker Ermüdung zu ergeben. Hier wurde einmal lediglich der Ton B mit seinem schwarzen Ph. fast gar nicht mehr erkannt, während die anderen Töne noch ebensogut erkannt wurden wie im normalen Zustand.

2. Charakteristik der Farbenskala. In dieser Reihe tritt zunächst der Unterschied der bunten und unbunten Ph. heraus. Unbunt sind Cis, E, G, B. Die restlichen acht sind bunt. Die unbunten sind regelmäßig verteilt, nämlich in Abständen der kleinen Terz.

Ordnet man die bunten Ph. unter Auslassung der unbunten nicht nach der in der Musik üblichen Skala auf der Basis C, sondern von F ausgehend, so ergibt sich eine Annäherung an die spektrale Ordnung der Farben. F steht dem reinen Rot am nächsten. Fis bedeutet, wie sich durch Versuche am Farbenkreisel bestätigt, ein stark mit Schwarz untermischtes Orange. As steht dem Orange sehr nahe, A entspricht dem reinen Gelb. Der weitere Fortgang erscheint weniger genau. Im Spektrum würden jetzt die grünen Farbqualitäten folgen. Es schließt sich aber bei den Ph. das rosa-milchige H an. Am richtigen Platze scheint das C mit dem leicht grünlichen Blau. Ähnliche minimale Farbreste stecken in dem unbunten Cis. Es folgt eine zweite Unterbrechung im Ph. des D. Die Reihe schließt aber in dem am richtigen Platze befindlichen Ph. von Es, das nach der Beschreibung als ein stark mit Schwarz gemischtes Indigo mit schwachem Einschlag ins Violett gelten muß. In eine spektrale Ordnung passen also in der F-Skala F, Fis, As, A, C, Es, während H und D herausfallen[1]).

1) Daß die Farbenskala beim Ton F beginnt, erinnert an dessen musikalische Funktion als „Naturton". Vgl. hierzu Albert Heim, „Die Töne der Wasserfälle", in den Verhandlungen der schweiz. naturforsch. Ges., Luzern 1874, S. 209; E. Thomas, „Die Instrumentation der Meistersinger . . .", 2. Aufl., Leipzig, S. 90; Daninger, „Stilisierungen im Gebiete der Tonkunst, Zeitschr. f. Ästh. 16, 3, 1922; Schönberg, Harmonielehre, Leipzig-Wien 1911, S. 448—49. Eigene Untersuchungen, die ich mit Herrn Dörken und anderen Teilnehmern an Wasserfällen machte, bestätigten die Funktion des F. Herr Carl Sattelberg, Sänger in Hamburg, berichtete mir, daß er schon als Kind das F im Rauschen des Wassers beobachtet habe. Man denke

In der spektralen Folge der Ph. ist Rot dreimal vertreten (F, D, H), Orange zweimal (Fis, As), Gelb einmal (A), Blau zweimal (C, Es), Grün und Violett fast gar nicht. Ohne Rücksicht auf die Farbenwertigkeit der Ph. zeigt sich das Überwiegen des rötlich-braunen Elementes, das relative Zurücktreten des Blau und das fast völlige Fehlen des Grün. Dieser Umstand ist, auch wenn der Empfindungscharakter der Ph. sonst nicht erwiesen wäre, wichtig: a) bei Bleuler[1]) ergab sich durch Feststellungen an 76 Personen das Analoge; b) H. Ebert[2]) fand bei Versuchen über die zur Auslösung einer Empfindung erforderliche objektive Energie des Lichts bei Hell- und Dunkeladaptation der Netzhaut, daß im Grün ein Maximum liegt. Setzt man diese gleich 1, so betrugen die relativen Lichtenergien bei zwei Personen im Blau $^1/_3$ und $^1/_4$, im Gelb $^1/_5$ und $^1/_7$, im Rot $^1/_{25}$ und $^1/_{34}$. Es scheint sich demnach in diesen synoptischen Tatsachen um ein Phänomen zu handeln, das dem peripheren und zentralen Sehen eignet. Nimmt man an, daß im vorliegenden Falle das Ph. mindestens mit auf physiologischem Wege entsteht, so wäre für den Ausfall bei H an innere Rotgrünblindheit zu denken. Trotzdem ist die Erklärung schwierig, da Herr Dörken Grün vorstellen und subjektiv als Empfindungsinhalt bilden kann. Man müßte zu der Annahme greifen, daß der Erregungsprozeß im Falle des H-Ph. aus irgendwelchen zentralen Gründen quantitativ und qualitativ alteriert ist[3]). Das Analoge gilt von dem spektralen Aussetzen

---

auch an die konventionelle Verwendung von F-Dur in der Musik (Beethovens „Pastorale", zahlreiche Beispiele bei R. Wagner usw.). Ob es sich um tatsächliche Töne im Wasser oder um subjektive Erscheinungen handelt, bleibt noch zu untersuchen.

1) a. a. O. S. 3.

2) Vgl. Wiedemanns Annalen Bd. 33, 1888, S. 136. — G. E. Müller (a. a. O. S. 32) stellte den Satz auf: „Einflüsse entwicklunghemmender oder sonstiger Art, welche den inneren chromatischen Erregbarkeiten nachteilig sind, können die innere Roterregbarkeit weniger leicht beeinträchtigen oder unterdrücken als die innere Grünerregbarkeit".

3) Bemerkenswert ist, daß die Tonart H-Dur in der Musik nicht nur sehr selten, sondern auch ausschließlich (bei großen Meistern) an Stellen mit „Ausnahmecharakter" verwendet ist (z. B. Beethoven, Mittelsatz des Es-Dur-Konzertes, R. Wagner, Isoldes Liebestod). Vergl. dazu auch Beckh, „Das geistige Wesen der Tonarten", Breslau 1923; ferner Stephani, „Der Charakter der Tonarten", 1924. Dieser Ausnahmecharakter ist nicht durch die technische Schwierigkeit der fünf Vorzeichen zu erklären, da z. B. Fis-Dur bezw. Des-Dur in mindestens ähnlicher Lage sind.

beim D-Ph., wo ein Blau zu erwarten war. Diese theoretischen Möglichkeiten sind erst in anderem Zusammenhang zu erörtern. Auf jeden Fall ergibt sich durch die Eigenart der zwei Unterbrechungen in der spektralen Folge der Ph., daß eine subjektive Konstruktion der ganzen Skala nicht vorliegt. Bei allen Personen, die theoretisch-konstruktiv und nicht unmittelbar empfindungsmäßig Farben mit Tönen verbinden, besteht die Neigung zu Systematik und Vollständigkeit. Das Überwiegen einer Farbengruppe oder ein analoger Ausfall wie hier verträgt sich damit nicht.

Die Vermutung, daß es sich bei der Skala der Ph. um Phänomene handelt, die physiologisch mitbedingt sind, wird durch folgendes unterstützt: a) Die Skala stellt keine vollständige Oktav oder große Septime dar, sondern nur eine kleine Septime, nämlich F—Es. Am Rande liegt das unbunte (weiße) E. Man könnte versuchen, dieses entweder als die Stelle des Ultrarot oder als die des Ultraviolett zu deuten[1]), oder man könnte annehmen, daß es die natürliche Lücke in unserem Farbenkreis bildet, die nur künstlich-konstruktiv immer wieder von Systematikern ausgefüllt wird, während die prinzipielle Möglichkeit einer restlosen Ausfüllung unwahrscheinlich ist. — b) In den farblichen Qualitäten der Ph. finden sich die auch von G. E. Müller statuierten drei Gruppen Schwarz-Weiß, Blau-Gelb, Rot-Grün. Wie aber die äußere und innere Rotgrünblindheit (Protanopie und Deuteranopie) häufiger ist, die äußere und innere Blaugelbblindheit (Trianopie und Tetartanopie) seltener[2]), so tritt in den Ph. das Element Blau-Gelb im Gegensatz zu dem des Rot-Grün deutlicher hervor, während das Element Hell-Dunkel (Schwarz-Weiß) das auffälligste ist. Das letztere erscheint also auch in den Ph. als das festeste, von den beiden bunten Paaren erscheint wieder das Element Blau-Gelb fester verwurzelt als das Rot-Grün, was sich mit G. E. Müllers Ansicht in bezug auf die entsprechenden Prozesse beim gewöhnlichen Sehen deckt. Das läßt die Möglichkeit offen, daß andererseits die Ph. von geistigen Elementen durchsetzt sind.

---

1) Nimmt man mit G. E. Müller (a. a. O. S. 12 ff.) bei Rot und Gelb auch eine Weiß-Erregung, bei Grün und Blau dagegen eine Schwarz-Erregung an, so wäre das weiße E-Ph., wenn man es der Skala angliedern will, dem Ende bei F zuzurechnen. Es ergäbe sich dann eine E-Skala, etwa analog der dorischen Tonart der Griechen.

2) Vgl. G. E. Müller a. a. O. S. 58, 93.

Erscheint es nach dem Bisherigen unwahrscheinlich, daß auf die Bildung der Ph. assoziative Elemente maßgeblichen Einfluß ausübten, so spricht hierfür noch folgendes: a) Sämtliche Ph. von Tönen sind andere als die Ph. ihrer Buchstabenbenennung. So ist das Ph. des Tones A ein strahlendes Gelb, das des Buchstaben A bräunlich-lehmfarbig; das Ph. des Tones E ist blendend weiß, das des Buchstaben E grau. b) Es wäre unerklärlich, daß sich in den Ph., wie im folgenden nachzuweisen, ein kompliziertes System der Verteilung von Helligkeit, Sättigung usw. offenbart, es sei denn, daß etwas Analoges latent unserer ganzen Musik und ihrem tonartlichen Aufbau innewohnte. In diesem Falle bestände aber keine reine Assoziation, da es sich alsdann um noch unaufgedeckte immanente und allgemeingültige Zusammenhänge zwischen Farbe und Ton handeln würde. c) In einzelnen Fällen, die genauer untersucht wurden, ist prinzipiell die Möglichkeit einer mitwirkenden Assoziation nicht abzuweisen, so bei der Cis-Farbe die mit der bekannten cis-moll-(Mondschein-) Sonate von Beethoven. Doch spricht schon reine Wahrscheinlichkeit dafür, daß sich bei eifrigem Suchen irgendwelche Möglichkeiten stets finden lassen[1]). d) Die drei dunkelsten Ph. (B, Es, Fis) entsprechen zwar Tönen schwarzer Klaviertasten, doch sind andererseits Ton-Ph. weißer Tasten (F, D, G) dunkler als solche mit schwarzen (Cis, As). e) Mit Ausnahme des Tones A (Gelb) hat kein Ton als Ph. eine Grundfarbe des Spektrums. Die Mischfarben der Ph. können zwar in der Erinnerung durch Farben bekannter Gegenstände beschrieben werden, aber es deckt sich niemals eine von ihnen genau mit einer Erfahrungsfarbe. Was das Ph. noch von einer bekannten Farbe unterscheidet, ist meist das für seine Charakteristik Entscheidende.

3. Gegensatzfarben. Analysiert man die Reihe der Ph. harmonisch, so zeigt sich ein weiteres Prinzip. Es besteht nämlich überall mit graduellen Abstufungen farbliche Gegensätzlichlichkeit zwischen den Grundtönen der im Quintenzirkel entferntesten Tonarten. Nach der Reihenfolge der Gegensätzlichkeit ausgehend von der größten ergibt sich folgende Ordnung:

---

1) Daß im Cis-Ph. eine geringe Abweichung vom rein unbunten Charakter erfolgt, steht möglicherweise im Zusammenhang mit der Tatsache, daß auch die chromatische Umgebung (besonders D und H) Abweichungen in bezug auf spektrale Farbqualitäten zeigen.

E (weiß) — B (schwarz)
A (gelb) — Es (dunkelblau)
C (hellblau) — Fis (dunkelbraun)
H (milchig-rosa) — F (ziegelrot)
As (orange) — D (kakaofarben)
Cis (phosphorfarben) — G (grau).

Von diesen sechs Paaren erscheint das erste als vollständig komplementär. Wählt man aus den Ostwaldschen Farbheften diejenigen aus, die den restlichen zehn Farben am nächsten kommen, so sind auch A—Es und C—Fis als fast komplementär anzusehen, jene etwas mehr als diese. Bei H—F und As—D ergibt sich eine rötlich-braune Mischung. Der Gegensatz Cis—G läßt sich wegen der absonderlichen Cis-Farbe nicht darstellen, kommt aber dem Charakter des Komplementären wieder näher.

4. Helligkeitsskala der Photismen. Aus der subjektiven Beschreibung der Ph. ergibt sich, daß das Hell-Dunkel eine wichtige Rolle spielt. Dieses Element muß also gesondert untersucht werden. Da bei Blinden eine direkte Messung ausscheidet, ist man auf subjektive Vergleichsurteile von einem Ph. zum anderen angewiesen, indem a) Töne experimentell dargeboten, b) die Eigen-Ph. der Töne ohne äußeren Eindruck rein subjektiv in bezug auf ihren Helligkeitswert abgewogen und beurteilt werden. Unter Anwendung beider Methoden ergab sich die in Fig. 1 dargestellte Reihenfolge der Helligkeits- bzw.

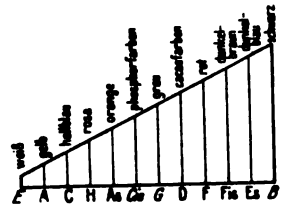


Fig. 1: Anstieg der Dunkelheitswerte der Photismen im subjektiven Vergleich.

Dunkelheitswerte der Ph. Es wurde auch untersucht, ob sich für die jeweils zwischen zwei Ph. bestehenden Helligkeitsunterschiede von Fall zu Fall graduelle Differenzen auffinden lassen, wobei die Differenz der Ph. c^3—h^1 als Maßstab zugrunde gelegt wurde. Wegen der Unsicherheit der Urteile über die Größenunterschiede in den Helligkeitsdifferenzen wurde jedoch vorgezogen, jedem Ph. in bezug auf seine Helligkeit bzw. Dunkelheit denjenigen Zahlenwert zu belassen, der seiner Stelle in der Reihenfolge von Hell nach Dunkel entspricht, also die Werte 1, 2, 3 usw.

Die so gewonnene Rangfolge der Dunkelheitswerte weist ein auffälliges harmonisches Prinzip auf. Es zeigt sich nämlich, daß die beiden Enden einen Tritonus repräsentieren, und zwar E—B. Das Analoge ergibt sich, wenn man von den beiden Enden der Reihe nun symmetrisch zur Mitte fortschreitet. Dann ergeben sich die weiteren Tritonuspaare A—Es, C—Fis, H—F, As—D und Cis—G, eine Reihenfolge, die sich schon aus der subjektiven Feststellung der Gegensätze in bezug auf Farbenqualität ergab. Die Annahme ist also begründet, daß in den Ph. ein innerer Zusammenhang zwischen Farbenqualität und Helligkeit besteht. Das gilt aber in doppeltem Sinne nur relativ, denn a) sind die Helligkeitswerte durch gegenseitigen Vergleich bestimmt worden, b) gilt diese Gesetzlichkeit nicht von Farbqualitäten und Helligkeiten absolut, sondern nur von dem Verhältnis der Farbenpaare im Sinne des musikalischen Tritonus.

Die Helligkeitsskala besagt ferner folgendes: a) Die äußersten Ränder werden durch die beiden unbunten Ph. E (weiß) und B (schwarz) gebildet. In der Mitte sind wieder zwei unbunte, nämlich Cis und G. Dadurch entstehen links und rechts von der Mitte von unbunten eingeschlossen zwei Gruppen von je vier bunten Ph., und zwar liegen nach dem Rande hin am dunklen Ende zuerst Blau (Es) und Orange (Fis), am hellen zuerst Gelb (A) und Blau (C). Nach der Mitte zu liegen beiderseits je zwei rötliche Ph., auf der dunkleren Seite Ziegelrot (F) und Kakaofarben (D), auf der helleren Milchig-Rosa (H) und Orange (As). Aus dieser Anordnung ergibt sich, daß je größer die Helligkeitsdifferenzen in den Ph. eines Tritonus sind, um so stärker die farbliche Gegensätzlichkeit hervortritt, und zwar im Sinne des Blau-Gelb, daß aber, je geringer sie wird, um so geringer die farbliche Gegensätzlichkeit, und zwar im Sinne des Überwiegens des rötlichen Elementes ausfällt. Betrachtet man die Skala rein musikalisch-harmonisch von der Mitte aus symmetrisch, so steht in der Mitte der Tritonus Cis—G. Es folgen links Cis—As, rechts G—D als Verhältnis der Dominante. Weiter folgen links As—H, rechts D—F, beides kleine Terzenfälle. Sodann kommen links H—C, rechts F—Fis als kleiner Sekundenfall, weiter links C—A, rechts Fis—Es als kleiner Terzenanstieg, endlich links A—E, rechts Es—B wieder als Dominanten. Die Ränder beschließt der Tritonus E—B.

Die Reihe enthält noch ein weiteres harmonisches Prinzip,

indem die drei in unserer Musik speziell seit Beethoven häufig verwendeten schwebenden Vierklänge (gewöhnlich „verminderte Septakkorde" genannt) heraustreten. Es ordnen sich nämlich die zwei mittleren und die zwei am Rande liegenden unbunten Ph. zusammen zum Vierklang Cis—E—G—B, die zweimal zwei dann folgenden zu D—F—As—H und die dann folgenden zwei Paare zu C—Es—Fis—A. Diese drei Gruppen, die musikalisch drei analoge Gestalten bilden, treten uns in bezug auf ihre photismatische Natur als ausgeprägte Typen entgegen. Cis—E—G—B ist von diesen Vierklängen der eigentlich unbunte, da schon jedes seiner Elemente unbunt ist und somit auch das Ganze, würde man es farblich gemischt denken, Unbunt ergibt. Der Vierklang C—Es—Fis—A enthält die beiden Paare größter farblicher Gegensätze (blau-gelb); während aber die einzelnen Elemente in ihm bunt sind, ergibt die Mischung fast neutrales Grau. Der Vierklang D—F—As—H endlich enthält nur die rötlichen Ph.; in ihm befinden sich die beiden „Ausfall-Ph." von H und D. Er enthält also nicht nur bunte, sondern farblich verwandte Elemente und ergibt in der Mischung das rötlich-braune Residuum.

Geht man von der Annahme aus, daß in der Skala der Ph. eine Gesetzlichkeit herrscht, die hinsichtlich der Farblichkeit in dem Septimenumfang von F bis Es zum Ausdruck kommt (spektroide) Anordnung), so liegt es jetzt schon wegen der Wahrscheinlichkeit eines näheren Zusammenhanges zwischen Farbqualität und Helligkeit nahe, die Werte der letzteren nach dem chromatischen Prinzip auf der Basis F zu untersuchen. Trägt man demzufolge die Dunkelheitswerte als Ordinaten auf den einzelnen Stufen einer chromatischen F-Septime auf, unterscheidet man gleichzeitig die acht bunten von den vier unbunten Ph. und ergänzt man an beiden Enden der Skala das E, wodurch sich also eine vollständige Oktave von E bis E ergibt, so erhält man das Bild der Fig. 2. Es zeigt sich, daß in bezug auf Hell-

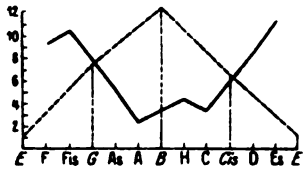


Fig. 2: Chromatische Verteilung der Dunkelheitswerte nach Bunten (——) und Unbunten (- - - -).

Dunkel die unbunten Ph. im Gegensatz zu den bunten einer Eigengesetzlichkeit folgen. Die Bilder beider Verlaufskurven sind nämlich genau gegensätzlich. Wo die bunten ihre größte Helligkeit haben (Mitte), weisen die unbunten die höchsten Dunkelheitswerte auf; analog an den Rändern[1]). Auffällig ist aber vor allem, daß die Verteilung der Helligkeiten Annäherung an die Verteilung der Helligkeiten im normalen Spektrum bei mittlerer Lichtstärke zeigt. Die Ränder sind auf beiden Seiten dunkler, der hellste Punkt ist nach links verschoben und fällt auf das A-Ph. (Gelb). Die sonst ziemlich gleichmäßige Kurve der bunten Ph. wird durch das H-Ph. etwas unterbrochen, was mit dessen „Ausfallscharakter" zusammenhängen mag.

Berechnet man die Dunkelheitswerte der bunten Ph. auf der linken und rechten Hälfte gesondert, so ergibt sich links (F—Fis—As—H) ebenso wie rechts (H—C—D—Es) der gleiche Wert 26. Die gleiche Symmetrie dürfte auch von den unbunten approximativ gelten, da die Helligkeitsdifferenz zwischen G und Cis subjektiv als ganz gering angegeben und nur aus den erwähnten methodischen Gründen als 1 angesetzt wurde. Daraus ergibt sich, daß das schwarze Ph. des B die Rolle eines Gleichgewichtspunktes spielt, um den sich die anderen Werte nicht der Anordnung, wohl aber der Gesamtwertigkeit nach gleichmäßig gruppieren. Dies gilt aber nur von den Werten der Helligkeit, nicht, wie noch zu zeigen ist, von denen der Farblichkeit.

Ordnet man die Dunkelheitswerte nach dem anderen in der Musik neben der Chromatik herrschenden Prinzip, nämlich harmonisch, so ergibt sich das Bild der Fig. 3. Es tritt hier,

Fig. 3: Harmonische Verteilung der Dunkelheitswerte.

1) Das schwarze B steht außerdem gerade neben dem hellen A (Gelb). Schwarz und Gelb stellen für das gewöhnliche Sehen noch stärkere Gegensätze dar als Schwarz und Weiß. Vgl. dazu Engel-Hardt, Farbenklänge und Farbenharmonien, Leipzig 1924, Tafel 7. Analog steht das dunkelblaue Es neben dem weißen E. Diese Farben bilden den nächststärksten Kontrast für das Sehen.

in der Aufrollung des Quintenzirkels der temperierten Stimmung, eine neue Gesetzlichkeit hervor. Dreimal fällt die Verlaufskurve auf einen Tiefpunkt, was Stellen relativer Helligkeit entspricht (bei C, E und As), ebenso oft erhebt sie sich zu Punkten größter relativer Dunkelheit (bei D, Fis und B). Diese hervorragenden Punkte repräsentieren, während die Farblichkeit die drei schwebenden Vierklänge heraustreten ließ, ihrerseits die schwebenden Dreiklänge. Die zwei erwähnten von diesen erscheinen als durch die genannten je drei Punkte ausgezeichnet, in diesem Sinne als primär. Die beiden anderen (G—H—Es und A—Cis—F) liegen auf einem jedesmaligen Anstieg bzw. Abfall und sind in diesem Sinne sekundär[1]).

Zur Darstellung des hier herrschenden Prinzips der Dunkelheitsverteilung kann man auch den Gedanken des jedesmaligen graduellen Lichtanstiegs zugrunde legen und die vier in unserer Musik möglichen schwebenden Dreiklänge anordnen, wie es in Fig. 4 geschehen ist. Hierbei ergibt sich der spezielle harmo-

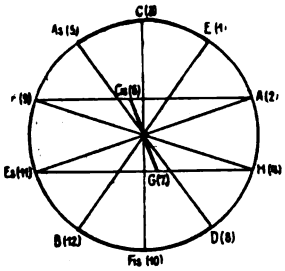


Fig. 4: Die vier schwebenden Dreiklänge als Repräsentanten korrespondierender Verteilung der Hell-Dunkel-Werte.

nische Zusammenhang. Bezeichnet man die harmonische Bewegung in unserem Quintenzirkel, welche von C nach F, B usw. geht, als fallend, die umgekehrte, von C nach G, D usw. als steigend und verbindet man jedesmal mit einer Anordnung der

1) Hier fällt folgendes auf: a) D, Fis und B sind diejenigen Töne, die hinsichtlich ihrer auf C bezogenen akustischen Schwingungszahlen doppeldeutig werden. So kann z. B. D als 9/8 oder als 10/9 von C statuiert werden, während außer C noch E und As von solchen Punkten jedesmal am weitesten im Quintenzirkel entfernt liegen. b) Zählt man die in sämtlichen reinen Klavierwerken Chopins verwendeten Dur-Tonarten und ordnet sie nach ihrer Häufigim Quintenzirkel ein, so erhalten C, E und As mit 13, 10 und 18 hervortretende relative Maximalwerte. Es scheint also, daß aus einem künstlerischen Instinkt heraus diese Punkte bevorzugt werden.

vier übermäßigen Dreiklänge das Prinzip des Helligkeitsanstiegs, so ergibt sich:

1. As—C—E — steigend
2. F—Cis—A — fallend
3. Es—G—H — steigend
4. B—Fis—D — fallend.

Es besteht also in den Ph. eine innere Gesetzlichkeit, die sich in der Helligkeitsverteilung offenbart und die eine Parallelerscheinung in der Verteilung des Kräftespiels aufweist, die in dem abwechselnden Charakter des Steigens und Fallens hervortritt. Fall 1 und 3 nämlich enthalten einen doppelten Anstieg der großen Terz, Fall 2 und 4 denselben doppelten Abfall. Da nicht nur der Synoptiker, sondern jeder Musikalische steigende und fallende Harmonien voneinander meist sehr genau nach graduellen und quantitativen Unterschieden zu erkennen vermag, so besteht also zwischen den allgemeinen feineren Fähigkeiten des musikalischen Hörens bzw. den Prinzipien, welche musikalische Meisterwerke mitbedingen, und den in der Helligkeitsverteilung der Ph. im vorliegenden Falle zutage tretenden Gesetzen eine nahe Beziehung.

Auch die Gegensätzlichkeit des Tritonus E—B usw. tritt wieder aus dem Bild der Fig. 4 hervor. Ebenso erscheint in ihr die geringe Helligkeitsdifferenz Cis—G, die beide nicht auf die Linie C—Fis fallen dürfen. Auffällig ist, daß die Töne der linken Seite (As—F—Es—B) die harmonische Umkehrung der entsprechenden rechten Figur (E—A—H—D) in der Tonart des Tritonus ergeben, oder daß sie, wenn man die linke Gruppe von unten nach oben, die rechte von oben nach unten liest, in jedem Fall einen Septakkord (mit der Basis B und E) bilden, in welchem Es bzw. A als Vorhalt aufzufassen ist. Dieser relativ einfachen Form der beiden Ränder gegenüber erscheint die mittlere Gruppe (C—Cis—G—Fis) als komplizierter, indem sowohl die Enden (C—Fis) als auch die Mitte (Cis—G) jedesmal ein Tritonus sind, wodurch bei C—Cis wie bei Fis—G die kleine Sekunde entsteht. Harmonisch sind die so entstehenden Schritte erheblich größer als die entsprechenden der Randgruppen, wo nur die Quarte, die große Sekunde und die kleine Terz vertreten sind.

Aus der Unterscheidung der Ph. in bunte und unbunte kann man unter Auslassung der letzteren eine musikalische Skala ableiten, die aus den Tönen F—Fis—As—A—H—C—D—Es be-

steht. Diese Skala umfaßt nur eine Septime. Sie charakterisiert sich dadurch, daß jedesmal ein Halbton- mit einem Ganztonschritt abwechselt und daß sie sich, wenn man F als Basis gelten läßt, aus zwei Tetrachorden zusammensetzt, die durch das schwarze B-Ph. voneinander getrennt sind. Versuchsweise wurden unter Zugrundelegung dieser Skala linienhafte Formen gebildet und Fachmusikern, darunter auch Herrn D., zur Beurteilung ihrer Verwendbarkeit und ihres Ausdrucksgehalts unterbreitet. Sie wurden durchgehend als originell, exotisch und melancholisch bezeichnet.

Das Helligkeitsprinzip im Zusammenhalt mit der aus der fast spektralen Anordnung der Helligkeitswerte sich ergebenden Verteilung gestattet Parallelen mit der Charakteristik der musikalischen Skalen. Nimmt man an, daß die F-Skala im Sinne der Septime über F bei Herrn D. eine Grundskala bedeutet, worauf die spektroïde Ordnung der Farben hinweist, so spricht nun auch die spektrale Helligkeitsverteilung im gleichen Sinne. Eine solche Helligkeitsverteilung ergibt sich auch schon, wenn man aus der F-Skala nur die den Septakkord bildenden Elemente herausgreift, also die Ph. des Akkordes F—A—C—Es. Diese haben die Dunkelheitswerte 9—2—3—11. Analog finden wir in der C-Skala für den Akkord C—E—G—B die Werte 3—1—7—12. Endlich ergibt sich in der G-Skala für G—H—D—F 7—4—8—9. In der F-Skala kommt das Prinzip am deutlichsten zum Ausdruck, in der C-Skala etwas weniger und in der G-Skala noch weniger deutlich. In den übrigen neun Tonskalen unserer Musik findet sich eine solche Verteilung nicht wieder. Dieser Umstand gibt zu folgender Hypothese Anlaß: In den Ph. des Herrn D. bilden die F-, die C- und die G-die drei Grundskalen, während die anderen als abgeleitete oder solche höherer Ordnung erscheinen. Zu dem gleichen Ergebnis kommt man, wenn an die Stelle der Septakkorde die verminderten Septakkorde (schwebende Vierklänge) gesetzt werden. Aus den genannten Septakkorden werden dann die drei schwebenden Vierklänge Fis—A—C—Es, Cis—E—G—B und As—H—D—F, also in bezug auf die Ph. die Repräsentanten a) des Elementes der farblichen Gegensätze (Blau-Gelb), b) des Hell-Dunkel, und c) des rötlich-braunen Residuums. Diese drei schwebenden Vierklänge verkörpern in sich wieder den Abriß der spektralen Helligkeitsverteilung in den Zahlen a) 10—2—3—11, b) 6—1—7—12 und c) 5—4—8—9. Auch auf diese einge-

engte harmonische Form übertragen findet sich kein analoges Bild innerhalb der anderen neun temperierten Tonskalen unserer Musik.

5. Farbwertskala der Photismen. Analog der Feststellung der Rangfolge der Helligkeits- bzw. Dunkelheitswerte kann eine solche der Farbwerte oder Sättigungsgrade vollzogen werden. Die auf solche Weise gewonnene Skala von der mattesten zur sattesten Farbe lautet: H, C, Es, D, F, As, Fis, A. Aus dieser Folge ergibt sich, daß die beiden Orange-Werte nebst Gelb und Rot in das Gebiet größerer, die beiden Blauwerte nebst denen der beiden Ausfall-Ph. H und D in das geringerer Sättigung fallen. Das rötlich-braune Element überwiegt also nicht nur hinsichtlich der Zahl der es vertretenden, sondern auch in der Wertigkeit der einzelnen Ph.

Bringt man in der Rangfolge der Farbwerte die Dunkelheitswerte als Ordinaten zur Darstellung, so ergibt sich, wie Fig. 5 erweist, zweimal ein anologer Verlauf, einmal im Bereich der vier matteren, einmal in dem der vier satteren Farben. In dieser Skala scheint also zwischen D und F wieder ein latentes Aufteilungsprinzip zu herrschen.

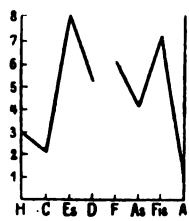


Fig. 5.

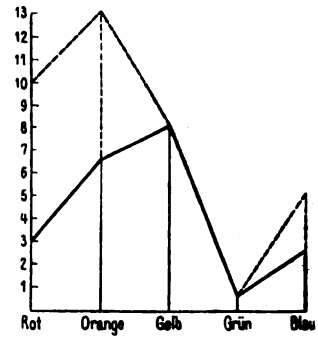


Fig. 6.

Fig. 5: Dunkelheitswerte in Farbwertsfolge.

Fig. 6: Durchschnittliche Farbwerte pro Photisma für Grundfarben des Spektrums (——). — Gesamte Farbwerte in allen Photismen für Grundfarben des Spektrums (- - - -).

In Fig. 6 sind die Werte, welche auf einzelne Grundfarben des Spektrums entfallen, in doppeltem Sinne enthalten. Das Bild ergibt sich, indem a) die durchschnittlichen Werte der spektralen Grundfarben berechnet, b) alle Werte für rote, orangene usw. Ph. addiert wurden. Man ersieht, daß im zweiten Falle die Werte für Rot und Orange noch erheblich höher aus-

fallen. Ferner tritt der fast völlige Ausfall des Grün hervor, das aus seinen im C- und Cis-Ph. enthaltenen minimalen Resten schätzungsweise ergänzt wurde.

Die chromatische Anordnung der Farbwerte ergibt das Bild der Fig. 7. Es zeigt sich ein fast stetiger Anstieg von H nach A, also wieder der Umfang einer Septime. Auffälligerweise beginnt dieser Verlauf nicht, wie die spektrale Ordnung der Farben, bei F, sondern bei dessen Tritonus H. Indem der Anstieg nach B anfängt bzw. vor B aufhört, tritt hier wieder, wenn auch in anderer Bedeutung, die aufteilende Funktion dieses Ph. hervor. In anderen rein musikalischen Zusammenhängen bezeichnete Herr D. den Charakter des Tones B als den eines „Eckpfeilers".

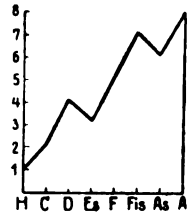


Fig. 7.

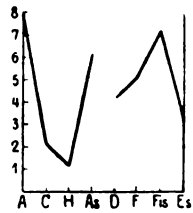


Fig. 8.

Fig. 7: Chromatische Verteilung der Farbwerte (H-Septime).
Fig. 8: Farbwerte in Dunkelheitsfolge.

Die Beziehung zwischen Farb- und Dunkelheitswert tritt noch deutlicher hervor, wenn die Farbwerte nach fortscheitender Dunkelheit geordnet werden, wie Fig. 8 zeigt. Hier macht sich wieder das in der Dunkelheitsfolge herrschende Prinzip der symmetrischen Anordnung der Tritonus-Ph. und das in jener Skala zwischen Cis und G anzunehmende latente Aufteilungsgesetz geltend. Es entstehen nämlich in den beiden auf A—C—H—As und D—F—Fis—Es entfallenden Kurven fast komplementäre Bilder, wobei aber dieser komplementäre Charakter von beiden Seiten nach der Mitte zu in dem Grade abnimmt, als auch die entsprechenden Tritonus-Paare a) an Helligkeits-, b) an Farbqualitätsdifferenz abnehmen.

Es liegt nahe, diese eigentümliche Beziehung zwischen Helligkeit und Farbwert zu verfolgen. Geht man auf Grund der Helligkeitsskala von der abnehmenden Differenz der Tritonuswerte aus, so ergibt sich für sämtliche Gegensatzpaare ein regelmäßiger arithmetischer Abfall, also $B - E = 11$, $Es - A = 9$, $Fis - C = 7$, $F - H = 5$, $- As = 3$, $G - Cis = 1$. Damit aber

für die nur aus acht Elementen bestehende Reihe der Farbwerte eine gleiche Basis geschaffen wird, empfiehlt es sich, zu diesem Zwecke aus der Helligkeitsskala nur die acht Bunten zu nehmen und ihnen die Dunkelheitswerte von 1 bis 8 zu geben. Dadurch ergibt sich Es – A = 7, Fis – C = 5, F – H = 3, D – As = 1.

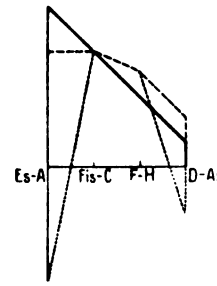


Fig. 9: Differenzen der Dunkelheitswerte im Tritonus (——), desgleichen der Farbwerte mit (.....) und ohne (- - - -) Rücksicht auf das Vorzeichen.

Dieser arithmetische Abfall liegt der Fig. 9 zugrunde, indem gleichzeitig die entsprechenden Farbwertdifferenzen eingetragen sind, und zwar a) ohne, b) mit Berücksichtigung des Vorzeichens. Dieses Ergebnis bedeutet: Die Differenzen der Helligkeits- bzw. Dunkelheitswerte der Ph. steigen mit denen der entsprechenden Farbwerte nach einer bestimmten Gesetzlichkeit.

Ferner ergibt sich folgendes: a) Es stehen jedesmal die beiden Tritonuspaare zusammen, die den schwebenden Vierklang Fis—A—C—Es und As—H—D—F bilden. Das dritte Tritonuspaar würde diese beiden wieder umfassen, wenn es mit in Frage käme; links wäre der unbunte Gegensatz B—E, rechts derjenige aufweisen. Das letztere mag wieder im Zusammenhang fällt mit der Helligkeitsdifferenz zusammen. c) Indem bei Berüchsichtigung der Vorzeichen C—Fis den umgekehrten Wert von Es—A bekommt, deutet dies auf die komplementäre Zusammengehörigkeit beider, während demgegenüber F—H und D—As in ihren Werten keine gegenseitige Umkehrung aufweisen. Das letztere mag wieder im Zusammenhang mit der Ausfallsnatur von H und D und mit dem Umstand stehen, daß die beiden Paare F—H und D—As das rötlichbraune Residuum enthalten. d) Die beiden mittleren Tritonusdifferenzen Fis—C und F—H liegen jedesmal um einen Halbton auseinander, ebenso die beiden folgenden Es—A und D—As.

Dagegen würden die am Rande hinzuzudenkenden B—E und G—Cis um eine kleine Terz auseinander liegen. e) Die Farbwertdifferenz F—H überschreitet als einzige die Linie des Abfalls der Helligkeitsdifferenzen. Der Tritonus F—H wurde von Herrn D. bei andersartigen, rein musikalischen Versuchen subjektiv stets als besonders eigenartig im Gegensatz zu den übrigen analogen Tritoni bezeichnet. f) Die linke Hälfte des Kurvenbildes verkörpert das farbige Element Blau-Gelb, die rechte dagegen enthält das rötlich-braune Residuum, in welchem das Grün ausfällt. Das Blau-Gelb-Prinzip liegt somit wieder in der Region der größten Helligkeitsgegensätze, während die rötlich-braunen Farben dahin fallen, wo die Helligkeitsdifferenzen geringer sind.

Es zeigt sich also, daß die Verteilung der Farbwerte nach komplizierteren Gesetzen erfolgt als die des Hell-Dunkel. Ferner erscheinen die Farbwerte schon ohne Rücksicht auf die zugehörige Farbqualität von den Verteilungen des Hell-Dunkel abhängig. Endlich besteht ein bestimmter Zusammenhang zwischen der Farbqualität und dem Farbwert.

Die wesentlich kompliziertere Gestaltung von Farbqualität und Farbwert erhellt auch, wenn man innerhalb der F-Skala analog dem oben angegebenen Verfahren die Summe der Farbwerte in den beiden bunten Tetrachorden vergleicht. Es ergibt sich nämlich für den ersten Tetrachord F—Fis—As—A der Gesamtwert 26, für den zweiten H—C—D—Es nur 10. Dagegen ist wieder eine annähernd symmetrische Verteilung bei Anordnung im Sinne der Helligkeitsskala (Fig. 8) feststellbar, indem die linke Hälfte den Wert 17, die rechte den Wert 19 ergibt, woraus sich zeigt, daß zunehmende Dunkelheit als solche summa summarum ohne Einfluß auf die Sättigung der Ph.-Farben ist. Wenn also im vorstehenden ein Einfluß des Hell-Dunkel auf die Sättigung nachgewiesen wurde, so gilt das nur innerhalb der Beziehungen des Fortschritts im Anstieg der Dunkelheitswerte. Im Gegensatz zu diesen Feststellungen ergibt sich nun, wenn man die Farbwerte in Beziehung zum harmonischen Prinzip (Quintenzirkel) bringt, daß eine analoge Gesetzlichkeit nicht besteht. Dieser Punkt kann daher unerörtert bleiben.

6. Verhältnis der Photismen zu Grundfarben des Spektrums. Die Ph. sind farbliche Mischgebilde a) weil sie überwiegend mit Hell-Dunkel durchsetzt sind, b) weil sie

ebenso vom Grundfarbencharakter abweichen. Z. B. ist das H-Ph. stark weißlich, das Es-Ph. stark schwärzlich, das C-Ph. etwas grünlich usw. Werden nun die acht bunten Ph. in bezug auf ihre Abweichung von einer Grundfarbe des Spektrums verglichen, so sieht man, daß analog der Farbwertskala eine Rangfolge von A nach H oder umgekehrt aufstellbar ist. Fig. 10

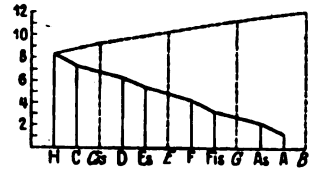


Fig. 10: Anstieg der Abweichung vom Charakter einer „Grundfarbe".

zeigt, daß diese Rangfolge ganz ohne Unterbrechung innerhalb jener Septime verläuft. Versucht man, noch die vier unbunten Ph. einzuordnen, so kann das in der angedeuteten Weise geschehen. Dem H würde sich zunächst das Cis als minimale Farbreste enthaltend anschließen. Den Charakter der drei restlichen unbunten Ph. kann man indirekt aus dem unten zu besprechenden Alterationsversuch ergänzen (Tab. 1[1])). Es würde sich zuerst E, dann G und zuletzt B anschließen, so daß sich ein ganz gleichmäßiger Verlauf von A nach H und zurück über Cis nach B ergibt. Auch hier tritt die oben erwähnte Rolle des B-Ph. hervor.

7. Spezieller Charakter der Photismenfarben. Soweit in früheren Arbeiten Angaben über die besondere Charakteristik der Ph. und ihrer Farbigkeit gemacht werden, findet sich oft die Bemerkung, daß es sich um flächenhafte Gebilde handle. Im Falle D tritt aber nicht nur Raumcharakter der Ph. auf, sondern diese erhalten noch eine Reihe besonderer Attribute. Das trat durch zufällige spontane Äußerungen auf wie die, die Cis-Farbe sei „zart", die D-Farbe „stumpf" usw. Als daraufhin das subjektive Interesse diesen Eigenschaften der Ph. zugewendet wurde, ergab sich, daß in bezug auf diese besonderen Merkmale keine alle Elemente einschließende Skala aufzustellen war. Die Cis-Farbe z. B. ist hinsichtlich der „Zartheit" unvergleichlich mit der Farbe von G oder Fis. Durch Beachtung

1) Nach dieser Tab. tritt beim Alterationsversuch für Cis 16, E 11, G 7 und B 0 mal eine bunte Farbenqualität auf.

dieser Momente und ein sofort aufgenommenes Protokoll, dem keinerlei besondere Reflexion vorangehen konnte, ergaben sich (jedesmal aufsteigend zur stärksten Ausgeprägtheit des betreffenden Charakters) vier Gruppen von je drei Ph.:

Durchsichtigkeit	Zartheit	Stumpfheit	Glanz
1. A	F	G	B
2. E	As	H	Fis
3. C	Cis	D	Es

Es soll außer Betracht bleiben, was mit diesen Bezeichnungen genau gemeint ist, und vorausgesetzt werden, daß die Ph. irgendwelche besonderen Eigenschaften besitzen, die jene Namensgebung veranlassen. Gibt man nun entsprechend der obigen Methode jedem Ph. den einfachen Zahlenwert seines Platzes in der Vergleichsfolge und ordnet es harmonisch in den Aufriß des Quintenzirkels, so ergibt sich das Bild der Fig. 11.

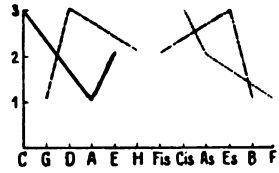


Fig. 11: Charakter der Photismen, harmonisch.

Es bilden sich zwei Gruppen, die eine im Bereich der ♯-, die andere in dem der b-Tonarten. Man liest die entstehenden Gruppen zweckmäßig von rechts nach links und erhält 1. F—As—Cis, den Sextakkord von Cis-Dur, 2. B—Es—Fis, den Quartsextakkord von Es-Moll, 3. H—D—G, den Sextakkord von G-Dur, 4. E—A—C, den Quartsextakkord von A-Moll. Es entstehen also zwei Dur- und zwei Moll-Akkorde, und zwar stehen 1 und 3 ebenso wie 2 und 4 im harmonischen Verhältnis des Tritonus.

Ordnet man die Werte chromatisch, indem man das Bild jedesmal vollständig gestaltet, d. i. bis auf die jeweiligen Maximal- bzw. Minimalwerte der vier einzelnen Qualitäten ergänzt, so entstehen die beiden in Fig. 12 und 13 dargestellten Systeme, die eine eigenartige Anordnung zeigen. Dort erhalten wir ein Bild, das in der Tiefe auf C, hier ein solches, das auf F basiert. Der Umfang der zur Vollständigkeit benötigten Töne beträgt dort eine None, hier eine Undezime. In beiden Fällen scheint aus einer ideellen Mitte heraus ein die Farbencharaktere be-

dingendes Prinzip auszugehen. Diese beiden Punkte würden zwischen Cis und D sowie zwischen G und As zu suchen sein. In der auf F basierenden Fig. 13 liegen die vier Maximalwerte dieser besonderen Charakteristika der Ph. dicht zusammen, näm-

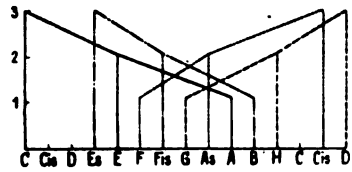


Fig. 12.

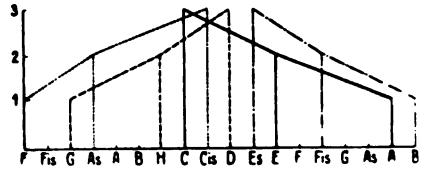


Fig. 13.

Fig. 12: Charakter der Photismen, chromatisch, Maximalwerte an den Rändern. Fig. 13: Charakter der Photismen, chromatisch, Maximalwerte in der Mitte.

lich bei C—Cis—D—Es. Auffällig ist auch, daß vom linken Ende bei F bis zum Einschluß des vierten Maximalwertes der Intervallumfang wieder die Septime ist, die uns aus der spektroiden Ordnung der Ph. entgegentrat (F—Es), während analog von rechts ausgehend bis zum letzten Maximalwert bei C sich, nur in Umkehrung, die Septime B—C zeigt.

Während eine Anordnung nach dem Prinzip des Farbwertes nichts Auffälliges zeigt, ergibt eine Verbindung mit dem Helligkeitsanstieg wieder ein systematisches Bild. Aus Fig. 14 erhellt,

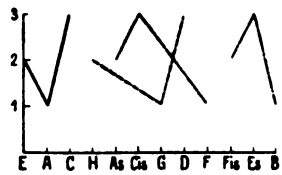


Fig. 14: Charakter der Photismen nach Anstieg der Dunkelheitswerte.

daß die Cis-Dur- und die G-Dur-Figur in anderen Formen ineinander geschachtelt sind, während die beiden Moll-Figuren ebenfalls in anderer Gestalt an den Rändern stehen. Der Einfluß des Hell-Dunkel auf die Bildung des besonderen Charakters ist also unverkennbar.

Setzt man, wie schon oben bei Aufteilung aller bunten Ph. in zwei Tetrachorde mit E und B als trennenden Prinzipien geschehen, voraus, daß die ganze chromatische Skala in zwei Teile zerfällt, nimmt man weiter an, daß bei der besonderen Charakteristik der Farben auch die unbunten einzuschließen sind, so zeigt sich, daß auf beiden Seiten, also von E bis A und von B

bis Es einschließlich die Summe sämtlicher Werte gleich ist. Sie beträgt in jedem Falle 15. Vermutlich liegt also eine Funktion zugrunde, die sich summa summarum in beiden Skalenhälften in gleicher Weise auswirkt. Diese Funktion wird mit dem Prinzip Hell-Dunkel in Zusammenhang stehen, da oben gefunden wurde, daß a) die Dunkelheitswerte der Bunten auf beiden Seiten von B den gleichen Gesamtwert ergeben, b) die Anordnung nach dem Hell-Dunkel-Prinzip das typische Bild der Fig. 12 ergibt, während Anordnung nach Farbwert in diesem Falle nichts Beachtenswertes zeigte und oben die Verteilung der Farbwerte in den beiden Hälften der chromatischen Skala auf der Basis F ganz verschieden war (26 und 10).

8. Ästhetischer Wert der Photismen und Töne. Der Charakter der Ph. wird nicht als neutral, sondern ausdrücklich als „schön" bezeichnet. Herr D. spricht auch von „wertvollen" Farben oder Tönen. Verfolgt man diese Erscheinung, so läßt sich eine Wertskala der Ph. aufstellen. Obwohl aber sonst die Ph. eine Einheit mit den Tönen bilden, kann bezüglich des Wertes zwischen Farbe und Ton unterschieden werden. Fig. 15 bringt diese Wertfolge der Ph. zum Ausdruck,

Fig. 15.

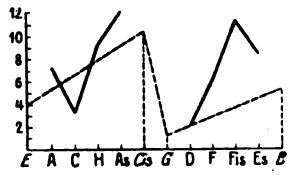


Fig. 16.

Fig. 15: Anstieg des ästhetischen Wertes der Photismen (——) mit gleichzeitiger Angabe des akustisch-ästhetischen Wertes der Töne (- - - -).

Fig. 16: Ästhetische Werte der Photismen im Anstieg der Dunkelheitswerte.

indem gleichzeitig die akustischen Werte der Töne eingezeichnet sind. Bis auf die vier Fälle G, D, C und H ist keine wesentliche Abweichung vorhanden. Es befinden sich auch hier unter den abweichenden Elementen D und H, die immer wieder eine Sonderrolle spielen. Daß klangliches und optisches Wohlgefallen auseinanderfallen können, wurde auch von Bleuler[1]) bemerkt.

Fig. 16 zeigt das Verhältnis der farblichen Wertfolge zum Dunkelheitsanstieg. Der komplementäre Charakter der beiden Hälften springt in die Augen. Das Bild erinnert an das der

1) a. a. O. S. 33.

Fig. 8, die das Verhältnis der Sättigungswerte zum Dunkelheitsanstieg darstellt. Während aber dort, bedingt durch die nach der Mitte des Systems hin abnehmende Differenz in der Farbqualität eine Abweichung von den symmetrischen Entsprechungen zu bemerken ist, tritt hier eine solche zurück. Addiert man allerdings die zugehörigen Werte des Tritonus, so ergibt sich nicht die exakte Koïnzidenz wie bei den Hell-Dunkel-Werten.

Während die farbliche Wertfolge der Ph. zur Chromatik keine Beziehung aufweist, ergibt sich das Gegenteil aus der harmonischen Anordnung der Fig. 17. Es zeigt sich nämlich, daß die bunten Ph. von D als einem ästhetischen Tiefpunkt kontinuierlich ansteigen bis zu seinem Tritonus As, worauf sie kontinuierlich, wenn auch nicht symmetrisch abfallen. Den gleichen Verlauf nehmen die unbunten Ph., die von G bis Cis ansteigen und dann über B herabsinken. Da hier bunte und unbunte Ph. der gleichen Gesetzlichkeit folgen, andererseits aber die farbliche chromatische Folge der ästhetischen Werte einen gewissen Widerspruch zum Verlauf der Hell-Dunkel-Kurve zeigt, ist anzunehmen, daß der Schönheitswert der Ph. mit dem Hell-Dunkel einen noch unbekannten inneren Zusammenhang besitzt.

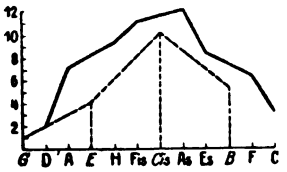


Fig. 17.

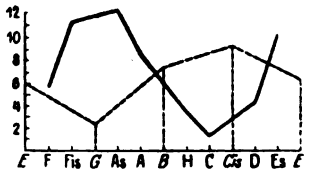


Fig. 18.

Fig. 17: Ästhetische Werte der Photismen, harmonisch.
Fig. 18: Ästhetische Werte der Töne, rein akustisch, chromatisch.

Der akustische Wert tritt, wie alle Versuche einer Beziehungsherstellung zu anderen Systemen zeigen, an Bedeutung zurück. Nur in bezug auf die Chromatik der Töne in der F-Skala zeigt sich die in Fig. 18 zum Ausdruck kommende starke Gegensätzlichkeit der bunten und unbunten Ph. In der Region nämlich, wo die mit bunten Ph. behafteten Töne ihre höchsten Werte erreichen, sinken die Töne mit unbunten jedesmal auf ein Minimum herab und umgekehrt. Es zeigt sich sogar, daß je höher das Maximum der einen, desto tiefer das der anderen Gruppe (bei As—G), und daß, je schwächer das Überwiegen der

Werte der einen, desto schwächer auch das relative Zurücktreten der anderen Gruppe ausfällt. Die Stelle bei B scheint auch hier die Rolle des trennenden Prinzips zu übernehmen.

9. „Schwere" der Töne. Der ästhetische Wert der Ph. und der Töne stellt scheinbar das einzige Element dar, bei welchem subjektiv zwischen der optischen und der akustischen Seite unterschieden werden kann. Das ist nicht mehr der Fall bei weiteren Eigenschaften, die sich zuerst durch gelegentliche Bemerkungen vermuten ließen und deren Vorhandensein dann in der Analyse nachgewiesen werden konnte. Sie werden auch sonst von Musikern in bezug auf musikalische Elemente behauptet. Zu diesen Eigenschaften gehört die „Schwere" der Ton-Ph. Es wurde nämlich der Ton B als besonders schwer, C als besonders leicht bezeichnet. Bei näherem Nachprüfen ergab sich, daß folgende Rangskala aufzustellen ist: C, A, E, Cis, G, D, H, As, F, Fis, Es, B.

Bringt man die aus dieser Folge resultierenden Werte in ein chromatisches und in ein harmonisches System, so ergeben sich die Bilder der Fig. 19 und 20. Beide erinnern an die chro-

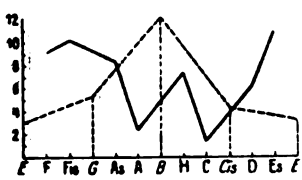


Fig. 19.

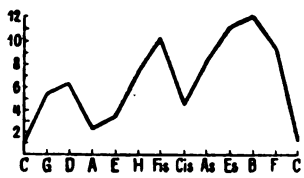


Fig. 20.

Fig. 19: Schwere-Werte der Töne, chromatisch.
Fig. 20: Schwere der Töne, harmonisch.

matische bzw. harmonische Verteilung der Dunkelheitswerte (Fig. 2 und 3). Nur erscheint der Punkt größter Leichtigkeit nach C verschoben, während gleichzeitig H wieder in seiner Sonderrolle auftritt und in der chromatischen Anordnung noch stärker herausfällt als früher bei den Werten der Dunkelheit. In groben Umrissen geht also „Schwere" parallel mit Dunkel, Leichtigkeit mit Hell. Die Werte verteilen sich wieder fast gleich um B, sie betragen für die Bunten links 29, rechts 25, für die Unbunten entsprechend 8 und 7. Es herrscht also ein leichtes Überwiegen der Werte im ersten Tetrachord.

Andererseits besteht eine engere Beziehung zu den gegensätzlichen Tritonuswerten. Berechnet man die Differenzwerte entsprechend den symmetrischen Tritonuswerten der Fig. 8, so

ergibt sich: B – E = 9, Es – A = 9, Fis – C = 9, F – H = 2, As – D = 2, G – Cis = 1. Die drei deutlichen Gegensatzpaare ergeben also jedesmal die Differenz 9, die zwei in der Farbqualität nicht mehr komplementären ergeben je 2, die geringe und problematische Differenz dagegen nur 1. Da sich diese Zahlen nicht genau konform der entsprechenden Hell-Dunkel-Differenz verhalten, sondern eine Angleichung an die Differenz der Farbqualitäten verraten, muß die Eigenschaft der „Schwere" sowohl mit dem Hell-Dunkel als auch mit der Farbqualität eine Beziehung haben. Daß endlich mit der Sättigung ein Zusammenhang besteht, erweist die Anordnung der Schwere-Werte nach der bezüglichen Skala, aus der sich zwei fast entsprechende Bilder in symmetrischer Anordnung ergeben. Daß das Hell-Dunkel in seinem Einfluß dominiert, ergibt sich aus dem Bild der harmonischen Anordnung in Fig. 20, in welcher insbesondere die drei Höhepunkte auf D, Fis und B deutlich an die harmonische Verlaufskurve der Dunkelheitswerte (Fig. 3) erinnern, während allerdings die Punkte größter Leichtigkeit etwas verschoben sind.

10. „Wärme" der Töne. Die „Wärme" der Töne, welche von vielen Musikern behauptet wird[1]), läßt sich von Herrn D. ebenfalls genau feststellen. Auch hierbei sind Farbe und Ton voneinander nicht zu trennen. Die Skala im Anstieg zum „wärmsten" Ton lautet: B, Es, C, F, G, E, H, D, As, A, Cis, Fis.

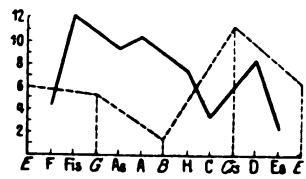


Fig. 21: Wärme-Werte der Photismen, chromatisch.

Die Beziehung zur chromatischen F-Skala in Fig. 21 ergibt, daß die Werte im ersten Tetrachord zusammen 35, im zweiten 20 betragen. Es besteht also eine ähnlich asymmetrische Verteilung wie beim analogen Vergleich der Farbwertsummen. Dieser Umstand ist auf doppelte Weise erklärbar: a) Im ersten Tetrachord liegen die sogen. „warmen" Farben (rot, orange, gelb),

1) Vgl. dazu u. a. H. Grahl, „Tonbewußtsein und Farbensinn" in der Halbmonatsschr. f. Schulmusikpflege 19. Jahrg. 9/10, Aug. 1924.

im zweiten dagegen besonders die kalten (blau). Vermutlich wäre der Unterschied beider Gesamtwerte in den Tetrachorden noch größer, wenn nicht im zweiten die beiden rötlichen Ausfall-Ph. H und D lägen. b) Der erste Tetrachord enthält im Gegensatz zum zweiten die größeren Sättigungswerte (26:10). — Der Charakter des B als eines aufteilenden Prinzips tritt wieder hervor; auch erscheinen die Unbunten in gewissem Gegensatz zu den Bunten. Die Rolle des B ersieht man besonders aus der die harmonische Anordnung darstellenden Fig. 22, aus der sich zugleich in dem starken Abfall von As nach Es die farbliche Differenz der zugehörigen Ph. (Orange-Blau) offenbart, wobei der Tritonus E einen zweiten relativen Tiefpunkt bedeutet.

Fig. 22.

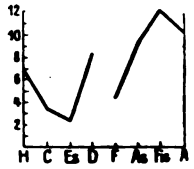


Fig. 23.

Fig. 22: Wärme-Werte der Photismen, harmonisch.
Fig. 23: Wärme-Werte der Photismen, nach Anstieg des Farbwertes geordnet.

Die Verteilung nach Farbwerten in Fig. 23 ergibt ein der Fig. 16 ähnliches Bild. Während aber dort die Beziehung der Wertskala der Ph. zum Dunkelheitsanstieg in Erscheinung trat, zeigt sich nun, daß die „Wärme" einer analogen symmetrischen Anordnung in bezug auf den Anstieg der Farbwerte folgt.

Eine direkte Beziehung zur Skala des Hell-Dunkel tritt nicht hervor, da der diesbezügliche Verlauf ganz unregelmäßig ist. Doch zeigt sich insofern ein Zusammenhang, als die in die Dunkelheitsreihe eingetragenen Wärme-Werte in der Hälfte der helleren Ph. die Summe 46, in der der dunkleren dagegen nur eine solche von 32 ergeben. Daraus folgt, daß im allgemeinen warmen Tönen nicht nur sattere, sondern auch hellere Farben in den Ph. entsprechen.

Das Verhältnis zu den Werten Hell-Dunkel offenbart sich bei Einführung einer anderen Berechnung als ein noch bestimmteres. Stellt man eine Reihe aus den Quotienten der Tritonussummen und Tritonusdifferenzen her, indem man wieder

dem Prinzip der symmetrischen Anordnung der Tritoni in der Skala Hell-Dunkel folgt, so ergibt sich:

$$\frac{E+B}{E-B} : \frac{A+Es}{A-Es} : \frac{C+Fis}{C-Fis} : \frac{H+F}{H-F} : \frac{As+D}{As-D} : \frac{Cis+G}{Cis-G} =$$

$$42 \quad : \quad 45 \quad : \quad 50 \quad : \quad 110 \quad : \quad 510 \quad : \quad 80$$

Es erfolgt also bei den drei komplementären Tritoni ein leichter Anstieg, der sich bei den beiden folgenden, die das rötlich-braune Residuum ergeben, erheblich steigert und bei dem problematischen Schritt Cis—G wieder stark abfällt. Daraus folgt, daß die sogen. „Wärme"-Werte der Töne keine Fiktionen sind und mit den bereits analysierten Eigenschaften der Ph. in Zusammenhang stehen.

11. „Beweglichkeit" der Töne. Ebenfalls auf Grund zufälliger Äußerungen ergab sich, daß den Tönen eine weitere ästhetische Eigenschaft zukommt, die als „Beweglichkeit" bezeichnet wird. Sie trat zuerst hervor bei B als unbeweglichstem und Cis als beweglichstem Ton, und zwar bevor von „Schwere" der Töne gesprochen wurde. Die entsprechende Reihenfolge lautet: Cis, Fis, E, H, G, C, A, F, D, As, Es, B. Fig. 24 ent-

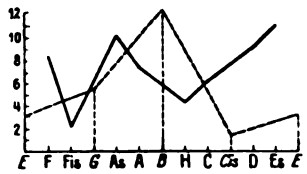


Fig. 24: Werte für die Unbeweglichkeit der Töne, chromatisch.

hält die chromatische Verteilung dieser Werte in der F-Skala. Es erscheinen bei den Bunten zwei Höhepunkte auf As und Es, bei den Unbunten ein solcher auf B. Die Summe der Werte beträgt links 35, rechts 34. Es besteht also wieder annähernde Gleichwertigkeit beider Hälften, wobei Bunte und Unbunte einen entgegengesetzten Verlauf zeigen.

Die harmonische Folge ergibt Höhepunkte auf D und B, hervortretende Tiefpunkte auf den Tritoni Cis und G. Die Dunkelheitsskala hat in der linken Hälfte als Gesamtwert 31, in der rechten 47. Beweglichkeit der Töne nimmt also allgemein mit wachsender Dunkelheit ab. Die Verteilung nach Farbwerten ergibt links 19, rechts 17. Beweglichkeit und Sättigung scheinen also im ganzen voneinander unabhängig.

12. „Dichtigkeit" der Photismen. Aus der Reihe der übrigen angebbaren Qualitäten, die sich nicht mit analoger Sicherheit feststellen lassen, wird nur die „Dichtigkeit" der Ph. wegen ihrer später zu zeigenden engen Beziehung zu Erscheinungen im absoluten Tonbewußtsein angeführt. Dichtigkeit wird nicht vom Ton, sondern ausdrücklich von der Farbe behauptet. Die mit der Bezeichnung gemeinte Qualität nähert sich der Undurchsichtigkeit, fällt aber mit ihr nicht zusammen. Während sich daher hinsichtlich des Grades von Durchsichtigkeit oder deren Gegenteil nur drei Ph. zusammenordnen lassen, können für die Dichtigkeit sämtliche Ph. in eine Skala gebracht werden. Ausgehend von der undichtesten erhält man die Reihe: C, Cis, Es, H, E, A, F, Fis, As, D, G, B. Die chromatische Anordnung der entsprechenden Werte enthält Fig. 25. Das

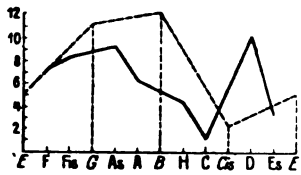


Fig. 25: Werte für die Dichtigkeit der Photismen, chromatisch.

Bild zeigt zwei Höhepunkte auf dem Tritonus As—D. In der Anordnung der Unbunten fällt eine gewisse Parallele zu den Werten der Beweglichkeit (Fig. 24) auf[1]).

D. Analyse mit objektiven Methoden.

Die im vorstehenden zusammengefaßten Ergebnisse beruhen auf subjektiver Abschätzung (Vergleichung) verschiedenartiger Eigenschaften der Ph. Wenn sich auch Zusammenhänge zeigen, die nicht auf bewußter Reflexion beruhen können, so ist es doch geboten, die objektive Seite noch mit anderen Methoden zu untersuchen. Die diesbezüglichen Versuche verwendeten 1. die Messung der Alterationserscheinungen bei den Ph., 2. die Messung und Analyse des absoluten Tonbewußtseins, 3. die Feststellung von Elementen, die das Hören durchsetzen und sich besonders in quantitativer Untersuchung der Klanganalyse offen-

1) Bei anderen Personen mit absolutem Tonbewußtsein oder Ansätzen dazu stellte ich noch weitergehende Eigenschaften von Tönen fest, so insbesondere Verbindungen mit Geschmack, und mit mehr oder minder bestimmt lokalisierten Organempfindungen.

baren. Außerdem erfuhren eine besondere Beachtung a) die Rolle des „Erkennens" und Umdeutens, also zentraler Elemente, b) die relative Farbenwirkung der Ph. bei verschiedener, durch die musikalische Lage bedingter Helligkeit, c) die Feststellung der relativen Helligkeiten in den einzelnen Lagen.

1. Die Messung der Alterationserscheinungen. Dank des Umstandes, daß die Ph. im Falle des Herrn D. Empfindungsinhalte sind und daß bei ihm eine besondere optisch-eidetische Veranlagung besteht, sind die Ph. nicht an das Vorhandensein eines äußeren akustischen Reizes gebunden. Vielmehr kann Herr D. sie auch als rein subjektive Inhalte ohne anregenden äußeren Reiz subjektiv bilden. Das Ph. des Tones A z. B. gilt alsdann als identisch mit dem Ton A und unterscheidet sich angeblich in nichts von der Erscheinung, die beim tatsächlichen Hören des Tones auftritt. Wenn die Versuche trotzdem eine Unterschiedlichkeit ergeben, so bezieht sich diese wahrscheinlich nicht auf den phänomenalen Tatbestand, den die subjektiven Angaben betreffen, sondern auf die die Bemerkbarkeit übersteigenden struktuellen Elemente, die in der Bildung der Ph. wirksam sind. Im Experiment allerdings tritt der Unterschied auch subjektiv auf, wenn einzelne Ph. über eine längere Zeitspanne festgehalten werden. Bei Einwirkung eines konstanten Tones nämlich bleiben die Ph. bis auf geringfügige Veränderungen, die durch Schwankungen der Aufmerksamkeit, Ermüdung, Abstumpfung usw. bedingt sind, in ihren Eigenschaften bestehen[1]). Ist dagegen das Ph. subjektiv gebildet und wird ohne äußere Reizeinwirkung längere Zeit festgehalten, so zeigen sich nach einer anfänglichen Konstanz deutliche und von einem Ph. zum anderen charakteristisch unterschiedliche Veränderungen seiner Merkmale.

1) Daß bei Ph., die tatsächlich gehörten Tönen entsprechen, im Gegensatz zu nur subjektiv gebildeten Ph. eine typische Alterationserscheinung nicht auftritt, ist für die Theorie von Bedeutung. Es ergibt sich nämlich daraus, daß der für das Zustandekommen der Ph. maßgebliche Prozeß mindestens auch Elemente einschließt, die physiologisch-akustischer Art sind. — In anderen Fällen konnte ich beobachten, daß Alterationserscheinungen des Ph. schon während des physiologischen Hörens eintraten. So zeichnete sich in einem Falle ein gehörter Glockenton durch ein rotes Ph. aus, dem räumlich darüber gleich hinterher gelbe Flecken folgten, während das eigentliche Ausklingen durch einen nach unten gehenden, bläulichen Streifen gekennzeichnet wurde. — Bei einem der Brüder Nußbaumer (vergl. Bleuler u. Lehmann a. a. O., ferner Mahling a. a. O. S. 116) war z. B. das Ph. des Tones a im Anschlag gelb, im Abklingen blau.

Um diese Alterationen qualitativ und quantitativ festzustellen und auf Regelmäßigkeiten zu prüfen, wurden Versuchsreihen gemacht. Der Beobachter hatte die Aufgabe, das Ph. auf ein gegebenes Signal subjektiv zu bilden, indem gleichzeitig die Fünftelsekundenuhr in Gang gesetzt wurde. Der Instruktion zufolge sollte a) der Eintritt, b) die Qualität jeder Veränderung sofort mitgeteilt werden. Es stellte sich bald heraus, daß eine einfache Namengebung genügte, um das Charakteristische festzuhalten. Der Zeitpunkt jeder Veränderung wurde an der laufenden Uhr abgelesen und gleichzeitig mit den Angaben über qualitative Veränderungen zu Protokoll genommen. Jeder Versuch dauerte so lange, bis das einzelne Ph. subjektiv „erledigt" war, d. h. bis es nichts mehr von seinem ursprünglichen Charakter besaß.

Diese Versuche waren, auch wenn nach jedem einzelnen eine längere Erholungspause eingefügt und erst abgewartet wurde, bis wieder die nötige Frische bestand, relativ anstrengend. Jede Reihe umfaßte nur einmal die zwölf Ph. der musikalischen Skala. Es bestand aber schon nach einer solchen tagelang eine subjektive Angegriffenheit, so daß es ratsam schien, zwischen den Reihen eine Unterbrechung von mehreren Tagen stattfinden zu lassen. Im ganzen wurde dieser Versuch auf drei solche Reihen beschränkt, da das Ergebnis genügte. Nach der zweiten erschien noch eine Woche lang das Gesichtsfeld in bläulichem Schimmer, dessen Verschwinden vor der dritten Reihe abgewartet wurde.

Folgende Beispiele sind den Protokollen entnommen:

A — 17 Sek. etwas violett und bläulich — 24 orange, ähnlich wie As — 28 bläulich-rot — 33 grau — 45 bläulich-violett, darauf grünlich — 55 ähnlich der As-Farbe — 65 dunkelgrau — 70 bläulich-violett, darauf orange — 85 helles Blau, dann rötlich-violett — 90 A „fort", undefinierbarer Farbenwechsel im Hintergrund.

Es — 25 als Farbe heller — 38 noch hell, etwas orange — 45 hinten hellblau — 55 gelblich — 60 blau, dann orange — 75 wechselt lebhafter und muß als erledigt gelten. (Die Farben kommen immer aus dem Hintergrund.)

Nach jedem Einzelversuch wurde je nach den angegebenen Beobachtungen ein besonderes Protokoll aufgenommen. Die subjektiv gebildeten Ph. entsprechen den Tönen von b bis a', bei denen sie in ihrer Gesamteigenart optimal erscheinen. Das

Maximum der Helligkeit koïnzidiert übrigens nicht mit dieser musikalischen Lage, sondern erscheint nach der Höhe verschoben (vgl. Fig. 38).

Die Ergebnisse der drei Reihen wurden quantitativ (in bezug auf die Zeiten und die Häufigkeiten des Auftretens bestimmter Elemente) und qualitativ verwertet. Es ergab sich, daß die Elemente des ersten Tetrachordes wieder häufiger waren als die des zweiten, sie verhalten sich zu diesen wie 43:30, wobei der Farbwert keiner Erfassung zugänglich war. Ordnet man ferner die bunten Ph. nach der Quantität des Auftretens komplementärer Elemente, so ergibt sich ansteigend vom geringsten zum höchsten Wert die Folge H, D, F, C, As, A, Es, Fis. Bei H tritt überhaupt keine Gegenfarbe in Form einer grünlichen Qualität auf. Bei D erscheint nur (selten) ein kleiner grünlicher Schimmer, bei F dagegen ist das Grün in der Alteration häufiger, wenn auch immer noch wenig. Daß die Ph. von H und D auch hier eine Ausnahme bilden, bestätigt ihren aus der spektralen Skala herausfallenden Charakter von neuem.

2. Häufigkeit und Qualität der auftretenden Alterationsfarben. Berechnet wurden die in der Alteration auftretenden Farbenqualitäten nach ihrer Häufigkeit. Zur zahlenmäßigen Festlegung wurde eine Reihe von speziell für die Ph. geltenden Grundfarben aufgestellt und demgemäß die gemachten Angaben in ein System gebracht. Das Ergebnis einer solchen Abzählung findet sich in Tab. 1. Ihre Basis bilden

Tabelle 1.

	Blaß	Grau	Schwarz	Rot	Orange	Braun	Gelb	Grün	Blau	Violett	Summe
C	4	5	2	—	3	2	2	1	1	6	26
G	1	2	4	—	1	2	—	—	1	3	14
D	1	5	3	2	2	3	—	2	1	1	20
A	1	4	3	4	6	1	2	2	7	7	37
E	1	7	3	1	—	1	2	—	5	2	22
H	2	5	—	3	3	2	2	—	5	5	27
Fis	2	4	3	2	3	4	1	—	5	6	30
Cis	1	6	—	1	3	1	2	1	2	6	23
As	2	2	1	2	2	2	2	3	2	4	22
Es	5	—	2	1	4	—	4	1	5	3	25
B	1	6	—	—	—	—	—	—	—	—	7
F	—	4	2	1	3	4	1	3	6	13	37
Summe	21	50	23	17	30	22	18	13	40	56	290
	94			196							

die bekannten Grundfarben. Es ließ sich nicht umgehen, ergänzende Farbbegriffe einzuführen, bei den Unbunten den des „Blaß", bei den Bunten den des „Braun". Auffällig ist, daß jetzt auch Grün auftritt, das in der direkten Erscheinung der Ph. nur minimal vertreten ist, ferner das Violett, sogar mit beträchtlicher Häufigkeit.

Als Ganzes beweist diese Tabelle, daß die Unterscheidung von bunten und unbunten Ph. begründet ist. Es beträgt die Häufigkeit der unbunten Alterationsfarben 94, die der bunten 196, was rund dem Verhältnis 1:2 entspricht, d. i. dem der vier unbunten zu den acht bunten. Ferner betragen die gesamten Alterationen der Unbunten (Cis—E—G—B) 66, die der Komplementären (C—Es—Fis—A) 118 und die der Rotbraunen (D—F—As—H) 106, was darauf hindeutet, daß die Unbunten in ihrer Struktur eine andere Rolle spielen als die Bunten.

Die gesamte Häufigkeit der Alterationen, eingetragen in die chromatische F-Skala, ergibt bei den Bunten zwei Höhepunkte auf F und A, zwei Tiefpunkte auf D und As, bei den Unbunten einen Höhepunkt auf Cis und einen Tiefpunkt auf B. Beide Verlaufskurven sind regelmäßig, sie erscheinen wieder als zueinander komplementär. In bezug auf Farbwert ergeben die vier ungesättigteren den Wert 98, die vier satteren 126. Die Alterationshäufigkeit ist also bei satteren Farben der Ph. höher. Das steht im Einklang mit der Tatsache der geringeren Häufigkeit bei den Unbunten. Der Grad des Helligkeitsgehaltes der Bunten auf die Alteration ist alles in allem ohne Einfluß, denn die vier helleren von den bunten Ph. ergeben genau wie die vier dunkleren die Gesamtsumme von 112.

Bringt man alle Ph. entsprechend dem Anstieg ihrer absoluten Alterationshäufigkeit in eine ansteigende Skala, so ergibt sich: B, G, D, E, As, Cis, Es, C, H, Fis, F, A. Hierbei ist das Ineinandergreifen der Bunten und Unbunten von Interesse, besonders die in die Reihe der Bunten vorspringende Funktion des „problematischen" Cis, während gleichzeitig das „ausdruckslose" D-Ph. zwischen die Unbunten fällt.

Anders gestaltet sich dieses Verhältnis, wenn man für jedes einzelne Ph. den Mittelwert seiner aus Tab. 1 sich ergebenden Alterationshäufigkeit berechnet und die dazugehörigen mittleren Variationswerte, endlich das Verhältnis dieser M.-V.-Werte zum eigenen Mittelwert in Prozenten berechnet. Es ergibt sich alsdann der in Tab. 2 zum Ausdruck kommende An-

stieg. As tritt als das gleichmäßigste Element hervor, es erscheint wie ein Ruhepunkt des ganzen Systems (vgl. As als Maximalwert in der subjektiven Wertskala der Fig. 17), während die vier Unbunten den größten relativen Schwankungen unterliegen. Die Unbunten erscheinen in dieser Tabelle für sich gesondert, während die beiden Systeme der Komplementären und der Rotbraunen in genauer Abwechslung ineinander geschachtelt erscheinen. In den Werten dieser Tabelle erhalten Cis—E—G—B die Summe 392, C—Es—Fis—A 224 und D—F—As—A 196, was dem oben erwähnten Verhältnis entspricht. In der Folge der Tab. 2 schließt sich das Cis direkt an die Bunten an. Sein Charakter als Unbunt aber der Buntheit nahestehend scheint sich damit zu bestätigen.

Tabelle 2.

As	24 %	Orange
Fis	47 %	Dunkelorange
D	50 %	Kakaofarben
A	51 %	Gelb
H	56 %	Mattrosa
C	58 %	Hellblau
F	66 %	Ziegelrot
Es	68 %	Dunkelblau
Cis	70 %	
G	77 %	Unbunt
E	85 %	
B	160 %	

Fig. 26 und 27 geben diese Werte in der chromatischen und harmonischen Skala. Aus Fig. 26 zeigt sich wieder, nunmehr rein objektiv, die einteilende Rolle des B für die Unbunten. Ferner tritt der Tritonus As—D heraus, der den Verlauf in zwei Hälften teilt. Die besondere Funktion des As hebt sich noch deutlicher aus Fig. 27 heraus. Indem As den hervor-

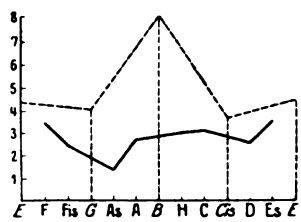


Fig. 26.

Fig. 27.

Fig. 26: Prozentuale M. V.-Werte der Alterationshäufigkeit der Photismen in der subjektiven Empfindungsbildung, chromatisch.

Fig. 27: Prozentuale M. V.-Werte der Alterationshäufigkeit der Photismen in der subjektiven Empfindungsbildung, harmonisch.

stechenden Punkt des ganzen Systems bildet, erinnert dieses Ergebnis an die harmonische Folge der subjektiven ästhetischen Farbwerte in Fig. 17, die somit eine objektive Stütze erfährt. Gleichzeitig fällt objektiv die Differenz zwischen As und Es noch stärker auf als dort. Eine analoge Erscheinung wurde übrigens hinsichtlich des Verhältnisses As—Es bei gänzlich anderen Versuchen, nämlich bei solchen über die relativen Anstiegswerte der zwölf Dominantenverhältnisse in unserem temperierten Tonsystem beobachtet, über die an anderer Stelle berichtet wird. Es stellte sich dabei heraus, daß, während jeder Fortschritt von einer Tonart in diejenige der Dominante einen Anstiegscharakter, nur mit jedesmal verschiedenem Charakter und Grad bedeutete, in der unmittelbaren Beobachtung bei Versuchen das Verhältnis As-Dur zu Es-Dur als „Abfall" bezeichnet wurde. Im übrigen ist an der Fig. 27 wieder der konforme Verlauf beachtlich, den die unbunten Ph. nehmen.

3. Eigenart der Alterationsfarben. Bildeten bisher die Ph. der Töne die Grundlage für die Analyse der Alterationserscheinungen, so werden jetzt die auftretenden Farben in den Mittelpunkt gestellt. Dies ist der Fall in Tab. 3. Die erste Reihe enthält die absoluten Häufigkeitswerte des Auftretens der betr. Farbe in der Alteration, die zweite die dazugehörigen M.-Werte, die dritte die M.-V.-Werte und die vierte diese M.-V.-Werte in Prozenten.

Tabelle 3.

	Absoluter Wert	M.-Wert	M.-V.-Wert	Prozentualer M.-V.-Wert
Blaß	21	1,8	1,05	58 %
Grau	50	4,2	1,50	36 %
Schwarz	23	1,9	1,10	58 %
Rot	17	1,4	1,00	71 %
Orange	30	2,5	1,25	50 %
Braun	22	1,8	1,08	57 %
Gelb	18	1,5	0,92	61 %
Grün	13	1,1	0,95	86 %
Blau	40	3,3	2,17	66 %
Violett	56	4,7	2,50	53 %

Die Tabelle zeigt in den prozentualen Werten eine in den Farben selbst bestehende Gesetzlichkeit. Es ergeben analog, wie früher nach rein musikalisch-harmonischen Gesichtspunkten die größte Gegensätzlichkeit des Tritonus als maßgebliches Element

immer wieder hervortrat, auch hier bei den Farben die gegensätzlichen Elemente einander entsprechende Werte. So resultiert für Blaß und Schwarz, die hier als Gegensätze gelten müssen, je 58 %. Für die Gegensätze Rot und Grün ergeben sich die beiden Maximalwerte der Tabelle mit 71 und 86 %, für Gelb und Blau 61 und 66 %. Geht man nun auf Grund dessen, was früher über die Gegensätze im Tritonus gefunden wurde, von dem Gedanken an die Möglichkeit aus, daß sich in diesen Verhältniszahlen der Tab. 3 und insbesondere in den Beziehungen dieser Verhältniszahlen hinsichtlich der farblichen Gegensätze etwas Analoges finden läßt, wie es bezüglich der abnehmenden Differenzen in der Reihe der Tritoni in bezug auf Farbqualität, Helligkeit und in gewissem Zusammenhang damit auch auf „Wärme" gefunden wurde, so kann man folgende Parallele ziehen. Die Abweichung vom Charakter des Komplementären bei den Ph. E und B ist gleich Null anzunehmen, da Weiß und Schwarz als vollständig komplementär gelten müssen. Nach Tab. 3 ist die Abweichung des Wertes für Blaß (58 %) vom Wert für Schwarz (58 %) ebenfalls gleich Null. Nächst E—B kommt nach der Skala der Dunkelheitswerte der Tritonus A—Es, der auch im farblichen Charakter (Gelb-Blau) dem Komplementären sehr nahe liegt. Nach der Tabelle ergeben sich für Gelb und Blau die Werte 61 und 66 %, die eine relative Abweichung von 7,6 % aufweisen. Es folgt der Gegensatz C—Fis. Beläßt man dem C-Ph. die blaue Qualität und setzt für Fis Braun, so entspricht dies den Tabellenzahlen 66 und 57 % mit einer relativen Abweichung von 13,7 %. Setzt man weiter für den Tritonus H—F den Gegensatz Grün-Rot, so treten an diese Stelle aus der Tabelle die Zahlen 86 und 71 % mit einer relativen Abweichung von 17,4 %. Dem Tritonus As—D endlich würde der farbliche Gegensatz Orange-Blau entsprechen müssen. Die relative Abweichung beträgt analog 24 %. Dem Tritonus Cis—G wäre wegen seines problematischen Charakters nichts Analoges entgegenzusetzen. Es ergäbe sich also für fünf Tritoni folgender Anstieg:

E—B	A—Es	C—Fis	H—F	As—D
0 %	7,6 %	13,7 %	17,4 %	24,2 %

Ohne daß diese Zahlen als exakt gelten dürfen, scheint außer Zweifel, daß sich in dieser Folge rein farblich aus den Erscheinungen der Alteration bei einer Berechnung im Sinne der Tab. 3 ein analoger Anstieg ergibt wie in den genannten früheren

Zusammenhängen[1]). Somit wird objektiv die früher subjektiv gefundene verschiedenartige Differenz in den Tritoni bekräftigt. Insbesondere fällt wieder auf, daß in der berechneten Folge ein quantitativer Anstieg in dem Sinne erfolgt, wie ein farblicher Ausfall in den Eigenschaften der Ph. angenommen wurde. Grau steht in der Tabelle mit 36 % am tiefsten, zeigt also die größte Stabilität. Von den Farben ist das Orange am gleichmäßigsten, was in Koïnzidenz steht mit dem stabilen Charakter des As-Ph.[2]).

4. Das Verhältnis Unbunt: Bunt. Um das Verhältnis des unbunten zum bunten Element in der Alteration der Ph. zu untersuchen, sind in Tab. 4 als Rangfolge die prozentualen

Tabelle 4.

F	19 %	Ziegelrot
A	22 %	Gelb
As	29 %	Orange
H	35 %	Mattrosa
Es	39 %	Dunkelblau
Fis	43 %	Dunkelorange
Cis	44 %	Unbunt
D	45 %	Kakaofarben
C	73 %	Hellblau
E	100 %	Unbunt
G	100 %	
B	∞ %	

Werte angegeben, die sich für jedes Ph. ergeben. Cis ist in das Ende der bunten Reihe eingedrungen. F und C, die beiden „Grund"-Töne unserer Musik, begrenzen nach beiden Seiten die Bunten. Die Werte sind in Fig. 28 chromatisch geordnet und zeigen das hervortretende Verhältnis des Tritonus C—Fis. Schon bei den subjektiven Angaben über die Helligkeitsverteilung und die aus ihr sich ergebenden inneren Zusammenhänge spielte dieser Gegensatz eine wichtige Rolle (vgl. Fig. 9). Bezüglich

1) Bei diesem Ergebnis wird man an folgende Punkte erinnert: a) Auch im gewöhnlichen Sehen erscheint, wie die Farbenblindheit zeigt, das Element Hell-Dunkel am festesten verwurzelt, ihm folgt das Gelb-Blau, dann erst das Rot-Grün. b) Wie sich bei Ostwald zeigt („Beiträge zur Farbenlehre" in den Abhandl. der math.-phys. Klasse der Sächs. Gesellsch. d. W. Nr. 3, Leipzig 1917, S. 448—52, 461), ist die Unterschiedsempfindlichkeit in den Stufen Hell-Dunkel in bezug auf die Zahl der möglichen Stufen erheblich größer als bei den eigentlichen Farben. c) Innerhalb der Reihe der Spektralfarben ist die Unterschiedsempfindlichkeit bei Blau und Gelb bedeutend größer als bei Rot, Grün und Violett. (Vgl. auch Wundt, Grundzüge II, 1910, S. 151.)

2) Viktor Goldschmidt, „Harmonie und Complikation", 1901, S. 104 ff., gibt unter den bunten Farben dem „Goldgelb" entwicklungspsychologisch den ältesten Platz. Vgl. auch W. Preyer, „Die Seele des Kindes", 1895, S. 7—13.

des Dunkelheitsanstiegs ergibt sich kein nennenswerter Unterschied (l.:r. 30,8:29,2). Das besagt, daß im Auftreten der Alterationsfarben zwischen verschieden hellen und dunklen Ph.

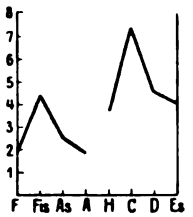


Fig. 28: Prozentuale Werte für das Verhältnis Unbunt : Bunt in der Alterationshäufigkeit, nur für die acht bunten Photismen, chromatisch.

im allgemeinen kein Unterschied besteht. Anders ist es bezüglich der Farbwertfolge. Die vier matteren Farben ergeben 38,4, die vier satteren nur 21,6. Mit steigendem Sättigungsgrad, wenn auch nicht proportional, tritt also das unbunte Element in den Alterationen zurück.

5. M.-Werte des Alterationsanfanges. Tab. 5 gibt in den drei Reihen die Mittelwerte a) der zwischen dem Beginn der subjektiven Empfindungsbildung und dem Beginn der Alteration verstrichenen Zeiten, b) der Endzeiten der Alteration, d. h. der Gesamtzeiten, die vom Beginn bis zur völligen „Erledigung" des Ph. verstrichen sind, c) der Differenzen aus diesen beiden, d. i. also der Zeitintervalle, während deren eine kontinuierliche Alteration stattfindet (alles in Sekunden).

Tabelle 5.

	Anfangszeiten	Endzeiten	Differenzen
C	14	72	58
G	20	52	32
D	24	71	47
A	11	77	66
E	12	54	42
H	24	83	59
Fis	31	102	71
Cis	19	74	55
As	22	81	59
Es	26	91	65
B	37	65	28
F	23	88	65

Bringt man die Werte der ersten Reihe in eine F-Skala, so ergibt sich das Bild der Fig. 29. Man kann zwischen diesem

Ergebnis und der Fig. 2, welche die subjektiven Dunkelheitswerte chromatisch darstellt, eine Verwandtschaft feststellen. B bildet das aufteilende Prinzip, Bunte und Unbunte verhalten sich komplementär, die Ecke bei H erscheint vergrößert wieder.

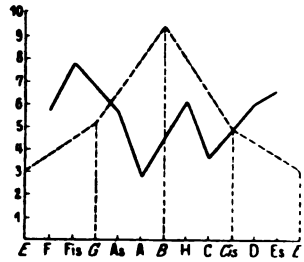


Fig. 29: M.-Werte der Anfangszeiten der Alteration in der subjektiven Empfindungsbildung, chromatisch.

Im ganzen gleicht sich also dieses Bild dem der spektralen Helligkeitsverteilung an. Addiert man die Werte der beiden Tetrachorde, so ergibt sich als Summe für den ersten 87, für den zweiten 88 bei den Bunten, bei den Unbunten entsprechend links 32 und rechts 31. Die Gesamtwerte links und rechts von B sind also genau gleich. Damit zeigt sich eine völlige Übereinstimmung mit der Wertverteilung der Fig. 2. Die objektiven Zeitwerte bestätigen also die subjektiven Angaben über die Verteilung der Helligkeiten. Besonders auffällig ist aber die Annäherung an das Bild der Fig. 19, welche die Verteilung der subjektiven „Schwere"-Werte enthält. Die subjektive Eigenschaft der „Schwere" der Töne muß also im Zusammenhang mit der objektiven Struktur der Ph. stehen, sofern sie sich in der Widerstandsfähigkeit gegen die Alteration in der spontanen Empfindungsbildung offenbart. Im übrigen geben die drei schwebenden Vierklänge folgende Werte: C—Es—Fis—A 82, D—F—As—H 93 und Cis—E—G—B 88. Der letztere (unbunte) Vierklang ergibt also einen Wert, der sich mit dem Mittel der Werte der beiden bunten Vierklänge deckt. Bunte und unbunte Ph. haben somit wahrscheinlich eine gemeinsame Grundeigenschaft, die sich darin äußert, daß alles in allem der Widerstand gegen die Alternation in den Zeitwerten als gleich erscheint.

Fig. 30 bringt die gleichen Werte harmonisch zur Darstellung. Es besteht wieder starke Angleichung an das subjektive Ergebnis der Fig. 3 sowie an das der Fig. 20, indem

die höchsten Punkte jedesmal auf D, Fis und B fallen. Nur die Tiefpunkte bei A—E und Cis—As erscheinen in Fig. 30 und 20 übereinstimmend gegenüber Fig. 3 um ein Geringes verschoben. Bei Cis—As sind sie ohne weiteres aus der Natur des Cis-Ph. und seiner Umdeutbarkeit in Des zu erklären, bei A—E etwa aus der nahen Verwandtschaft zwischen reinem Weiß und der hellsten Farbe (Gelb).

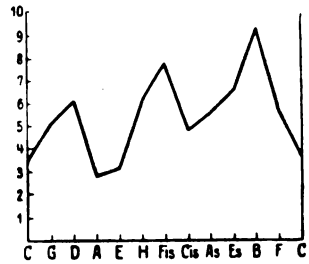


Fig. 30.

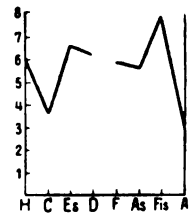


Fig. 31.

Fig. 30: M.-Werte der Anfangszeiten der Alteration in der subjektiven Empfindungsbildung, harmonisch.

Fig. 31: M.-Werte der Anfangszeiten der Alteration in der subjektiven Empfindungsbildung, nach dem Anstieg der Farbwerte der Photismen geordnet.

In der Skala des Dunkelheitsanstiegs erhalten die bunten Ph. links den Gesamtwert von 71, rechts von 104, mit den unbunten zusammen links 102, rechts 161. Bei Bunten und Unbunten verlängert sich also der M.-Wert des Alterationsanfanges mit zunehmender Dunkelheit der Ph.

Dagegen ergeben die auf beiden Seiten einer Farbwertskala resultierenden Summen der gleichen Werte (Fig. 31) keinen Einfluß der Sättigung, indem der Gesamtwert links 88, rechts 87 beträgt. Es ist aber die komplementäre Verteilung der Werte in dieser Skala eine ganz auffällige, so daß man an das früher wiederholt gefundene latente Prinzip erinnert wird, welches von der Mitte aus die Verteilung zu beherrschen scheint.

6. M.-Werte der Endzeiten. Die Endzeiten ergeben in allen Fällen weniger charakteristische Werte, was sich aus der Subjektivität in bezug auf das Absetzen im Versuch der Empfindungsbildung erklärt. Nur in seltenen Fällen läßt sich mit voller Bestimmtheit angeben, ob ein Ph. wirklich „erledigt" ist. Doch zeigt eine chromatische Anordnung der Ergebnisse wieder komplementäres Verhalten der Bunten und Unbunten in gleichmäßig verlaufenden Kurven, während die har-

monische Folge ein Parallelgehen aufweist. Die sechs helleren zeigen gegenüber den sechs dunkleren in den Endzeiten keine besondere Differenz mehr, indem sie sich verhalten wie 88,2 : 89,8. Dagegen scheint jetzt der Farbwert einen geringen Einfluß auszuüben, indem sich die Werte des ersten Tetrachordes zu denen des zweiten verhalten wie 63,4 : 69,6.

7. M.-Werte des Alterationswechsels. Chromatische und harmonische Anordnung ergeben im wesentlichen das Analoge, nur etwas ausgeprägter. Das gleiche gilt von der Helligkeitsskala, die ohne Einfluß erscheint, sowie von der Farbwertsverteilung, bei der sich 45,8 : 52,2 ergibt.

8. M.-Werte der Periodenlängen. Tab. 6 enthält a) die M.-Werte der Periodenlängen für die Alteration eines jeden Ph., b) ihre M.-V.-Werte und c) das Verhältnis dieser zu

Tabelle 6.

	M.-Werte	M.-V.-Werte	M.-V.-Werte prozentual
C	9,0	4,3	48 %
G	10,8	3,6	33 %
D	11,8	2,5	21 %
A	7,9	2,5	32 %
E	8,4	3,0	36 %
H	9,3	4,0	43 %
Fis	9,2	4,0	44 %
Cis	9,2	3,7	40 %
As	13,7	5,5	40 %
Es	9,0	3,6	40 %
B	10,5	6,5	62 %
F	8,1	3,9	48 %

jenen in Prozenten. Aus Fig. 32 ergibt sich die größere Gleichmäßigkeit aller Unbunten, ferner die Einteilung der Bunten

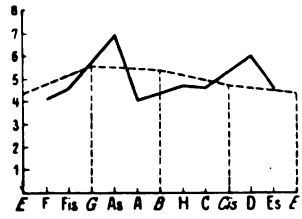


Fig. 32: M.-Werte der Periodenlängen in der Alteration, chromatisch.

durch den Tritonus As-D als Maximalwerten. Drei relative Minimalwerte fallen auf die Töne F, C und A, also drei grundlegende Töne unserer Musik. Der Verlauf der Unbunten und

Bunten ist ein ziemlich paralleler, was sich auch aus der harmonischen Kurve ergibt. Die Verteilung nach Helligkeit ergibt für die Bunten links 39,90, rechts 38,12, mit Einschluß der Unbunten links 57,51, rechts 59,42, also keinen bemerkenswerten Einfluß. Das gleiche zeigt die Verteilung der Farbwerte in dem Verhältnis 39,15:38,87.

9. M.-V.-Werte der Periodenlängen. Die chromatische Verteilung dieser Werte findet sich in Fig. 33. Es besteht eine entfernte Verwandtschaft mit den Fig. 29, 19 und 2. Sie ist indessen sehr bedingt und gilt nur für den ersten Tetrachord. Indem aber das Bild des zweiten Tetrachordes ein wesentlich anderes wird, da besonders D einen auffälligen Tiefpunkt darstellt, kommt hier die Unsicherheit in den Ph. dieser Gruppe im Vergleich zu denen der ersten zum Ausdruck. Das steht im Einklang zu der Annahme, daß die Ph. des zweiten Tetrachordes nicht überall zu einer vollkommenen Ausgestaltung gelangen konnten, wie sich insbesondere hier die beiden Ausfalls-Ph. H und D finden. C und F haben bei den Bunten die Maximalwerte.

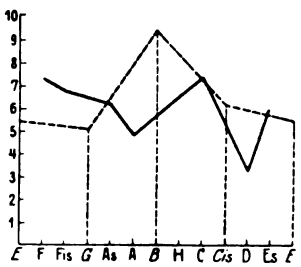


Fig. 33.

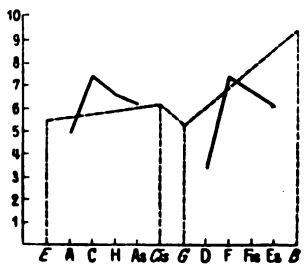


Fig. 34.

Fig. 33: Prozentuale M.-V.-Werte der Periodenlängen in der Alteration, chromatisch.

Fig. 34: M. V.-Werte der Periodenlängen in der Alteration, nach dem Anstieg der Dunkelheitswerte geordnet.

Die harmonische Verteilung zeigt einen kontinuierlichen Anstieg von D bis C mit kleiner Senkung auf As als dem Tritonus von D. Aus diesem Verlauf erhellt besonders der „träge" Charakter des D. Aus Fig. 34 ersieht man in der Anordnung nach Dunkelheitswerten das starke Dominieren der beiden Werte für C und F. Als Summe ergibt sich für die Bunten links 48,9, rechts 45,9, mit Einschluß der Unbunten links 71,7, rechts 74,4. Die Farbwertskala ergibt links 45,6, rechts 49,2. In der inneren

Struktur der Ph., sofern sie sich in den M.-V.-Werten der Periodenlängen in der Alteration offenbart, ist also kein wesentlicher Einfluß der Helligkeit oder des Farbwertes mehr erkennbar, während musikalische Elemente, Chromatik und Harmonik, noch in eigenen, scheinbar von den sonst in den Ph. gefundenen Gesetzlichkeiten abweichenden Prinzipien wirksam sind.

E. Ergänzungsversuche.

1. Untersuchung des absoluten Tonbewußtseins. Den hier mitgeteilten Ergebnissen liegen fünf Versuchsreihen an demselben Flügel zugrunde. Jede von ihnen umfaßt sämtliche Töne der Tastatur, also acht Oktaven. Das Subkontra-A wurde als überzählig ausgelassen, so daß jede Reihe die Urteilsergebnisse für 84 Töne enthält, was im ganzen also 420 ergibt. Das Urteil sollte sofort abgegeben werden und lautete nur auf die Tonbenennung, nicht auch auf die musikalische Lage, die aber im Protokoll vermerkt wurde. Die Reaktionszeiten wurden mit der Fünftelsekundenuhr gemessen.

Fig. 35 zeigt das Ergebnis der relativen Reaktionszeiten in der chromatischen F-Skala, auf die in der Berechnung alle sieben Oktaven zusammengedrängt sind. Das Bild erinnert wieder an die spektroïde Verteilung der Dunkelheitswerte in Fig. 2, läßt aber die kleine Spitze bei H vermissen. Die Werte links und rechts von B sind wieder fast gleich, sie verhalten sich für die Bunten wie 34,3 : 33,7, für die Unbunten

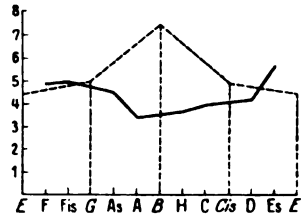


Fig. 35: Relative Reaktionszeiten im absoluten Tonbewußtsein.

wie 18,2 : 17,7. Auch hier ist die aufteilende Rolle des B erkennbar, das schon durch seinen maximalen Wert heraustritt. Man kann also für die mit bunten Ph. behafteten Töne den Satz ableiten, daß die Geschwindigkeit des Erkennens und Benennens eines Tones abhängig ist von der Stelle seines Ph. in

der spektroïden F-Skala und ungefähr konform geht mit der diesbezüglichen Helligkeit. Auch die Unbunten erweisen sich als von der Helligkeit abhängig, doch spielt diese nicht eine so starke Rolle wie bei den Bunten. Das ersieht man auch aus dem Verhältnis der Gesamtreaktionszeiten der Bunten zu denen der Unbunten, welches 34 : 42 beträgt. In den der Fig. 35 zugrunde liegenden Zahlen ist noch die Reaktionszeit des Experimentators inbegriffen. Da diese aber im Verhältnis zu der des Urteilenden nur rund $^1/_8$ (höchstens 200 Sigma gegenüber ca. 1,6 Sek. im Mittel) beträgt und außerdem als fast konstanter Faktor gelten muß, kann sie im vorliegenden Falle übergangen werden. Gemäß der spektroïden Form in der Verteilung der Reaktionszeiten können wieder alle anderen Beziehungen hergestellt werden, die den engen Zusammenhang im einzelnen erweisen würden.

Von besonderer Bedeutung erscheint die Verteilung der Fehler im absoluten Tonbewußtsein, die sich in Fig. 36 in der

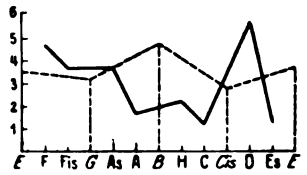


Fig. 36: Relative Verteilung der Fehler im absoluten Tonbewußtsein.

F-Skala chromatisch dargestellt findet. Es fällt die Verwandtschaft mit dem Bild der Fig. 25 auf, welche die chromatische Verteilung der subjektiven „Dichtigkeit" der Ph. enthält. Aus dieser Parallele tritt der Zusammenhang zwischen der bemerkten (phänomenalen) Eigenart der Ph. einerseits, den ihr zugrunde liegenden geistig-dispositionellen Tatbeständen andererseits hervor. Dem Beobachter war nicht bekannt, welche Töne in dem übrigens gut entwickelten absoluten Tonbewußtsein alles in allem die objektiv besser und schlechter beurteilten waren. Auch kam er niemals auf die Vermutung, daß zwischen einzelnen Eigenschaften der empfindungsmäßigen Ph. und den das absolute Tonbewußtsein beherrschenden Gesetzen ein Zusammenhang bestehen könne. Auf Grund der hier erwiesenen Koïnzidenz kann der Satz gelten: Je unsicherer objektiv das Erkennen eines Tones in seiner Qualität als c, d, e usw., um so „dichter" sein Ph. und umgekehrt. Man erinnert sich insbesondere an das, was oben

über das D-Ph. ausgeführt wurde, über seine stumpfe, dichte, charakterlose Farbe, und was sich weiter beim Alterationsversuch ergab: Charakter der Trägheit, wenig Schwanken, geringes Umschlagen in die Gegenfarbe, geringste M.-V.-Werte für die Periodenlängen usw., während nun in der objektiven Messung des Ton-Erkennens D die höchste Fehlerzahl aufweist. Es erscheint endlich auch von hier aus begründet, das D-Ph. als Ausfallserscheinung in der spektralen Farbenfolge der F-Skala anzusehen. Damit ist die Hypothese berechtigt, daß an der Stelle der D- wie an der des H-Ph. ein anderes stehen sollte, nämlich an jener ein bläuliches, an dieser ein grünliches.

Tabelle 7.

Farbe der Photismen			
Rot F D H	Orange Fis As	Gelb A	Blau Es C
Fehler im absoluten Tonbewußtsein			
9	7	3	2
11	7		2
4			
Durchschnittlich			
8	7	3	2

Tab. 7 bringt die Farbqualität der Ph. in Verbindung mit den Fehlern im absoluten Tonbewußtsein, indem die Farben Rot, Orange, Gelb und Blau als die wesentlichsten Farben der Ph. zugrunde gelegt werden. Durchschnittlich ergeben sich für die roten Ph. 8, für die orangenen 7, für die gelben 3 und für die blauen Ph. 2 Fehler. Das bedeutet eine auffällige Gesetzlichkeit, indem die Fehler bei Rot am häufigsten sind und entsprechend der Entfernung von ihm abnehmen, wobei Grün als nicht vorhanden unberücksichtigt bleibt. Im absoluten Tonbewußtsein sind also Töne mit rötlichen und orangenen Ph. weniger gut verankert als solche mit gelben und blauen. Ob dies auf den Umstand zurückzuführen ist, daß die rötlichen Farben die häufigeren sind, die blauen die selteneren, oder ob hier analog den früheren Ergebnissen nun eine Übertragung der größeren Empfindlichkeit bei Blau und Gelb gegenüber Rot und Grün in die Erscheinungen des Hörens anzunehmen ist, mag hier noch unerörtert bleiben.

2. Untersuchung des analytischen Hörens. Besteht somit eine enge Verbindung zwischen der Eigenart der Ph. und den Elementen, die das absolute Tonbewußtsein charakterisieren, so liegt die Vermutung nahe, daß sich Analoges auch in bezug auf andere Erscheinungen des Hörens finden läßt. Zu diesem Zwecke wurde bei Herrn D. die Fähigkeit der Klanganalyse untersucht.

Für die im folgenden mitgeteilten Versuche wurde wieder mit dem Flügel gearbeitet. Als Klangkomplexe wurden die Töne der großen Oktave verwendet, die der Beobachter im unbewaffneten Hören auf die bemerkten Obertöne hin zu analysieren hatte. Er mußte nach Anschlagen eines jeden der 12 Töne angeben, in welcher zeitlichen Reihenfolge und in welchem gegenseitigen Stärkegrad die Obertöne für ihn heraustraten, wobei das Verhältnis durch folgende Einzelangaben bezeichnet wurde: e'' ganz gering, mittelmäßig oder stark, etwas mehr als b'', sehr viel stärker als g'' usw. Auf diese Weise erhielt jeder Ton der großen Oktave einen komplizierten subjektiven Index, der sich aus quantitativen Angaben über die einzelnen Obertöne zusammensetzte. Daß dieser Index nicht den tatsächlichen Obertönen entsprach, wurde festgestellt a) durch den physikalischen Versuch, daß gleichzeitig mit Anschlagen z. B. des C die Taste des g, g' usw., ohne den Ton zu erzeugen, heruntergedrückt und nach Abdämpfen des C festgestellt wurde, ob ein Oberton nachklingt und in welchem Grade; b) indem eine Reihe von weiteren Beobachtern den gleichen Versuch auszuführen hatte, wobei sich in jedem Falle Unterschiede ergaben, die ganz wesentlich voneinander abwichen. Auf diese Weise ließ sich zeigen, daß z. B. eine Septime subjektiv als recht stark herausgehört bezeichnet wurde, während sie sich objektiv nicht nachweisen ließ, und umgekehrt. Welche subjektiven Momente hierbei maßgeblich sind, ist für diese Untersuchung unwesentlich. Selbst wenn man, was nicht zu leugnen ist, daran denkt, daß durch die Verschiedenartigkeit in der Konstruktion einzelner Instrumente sowie durch unbekannte Momente im Mittönen objektive Faktoren mitwirken und eine restlose Erklärung für die Konstitution der Klänge erschweren, bleibt die Tatsache bestehen, daß sich aus den Versuchen Gesetze ergaben, die mit den aus den Ph. gewonnenen eine auffällige Verwandtschaft zeigen.

Berechnet man für jeden einzelnen Ton quantitativ das subjektive Heraustreten der Oktave, der Septime, der Terz und

der Quinte, indem auch deren Verdoppelungen berücksichtigt werden, und ordnet man die Ergebnisse nach dem aus der Eigenart der Ph. gewonnenen Prinzip der Aufteilung in a) die vier Unbunten, b) die vier Komplementären, c) die vier Rötlichen, so zeigt sich das Ergebnis der Fig. 37. Offenbar folgen die

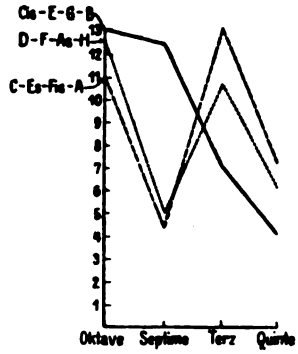


Fig. 37: Relative Summen der bemerkten Obertöne in den Elementen der drei schwebenden Vierklänge.

vier Unbunten Cis—E—G—B einer eigenen Gesetzlichkeit, welche sich in der verwendeten Anordnung durch einen stetigen Abfall äußert, während die beiden anderen, C—Es—Fis—A und D—F—As—H einen unter sich ähnlichen Verlauf nehmen, der aber in beiden Fällen zu jenem komplementär erscheint. Besonders stark zeigt sich dies bei der Septime, fast ebenso stark bei der Terz, weniger bei der Quinte und am wenigsten bei der Oktave. Die Differenz im subjektiven Heraushören der Obertöne wächst also in dem Grade, in welchem die herauszuhörenden Obertöne von der größten Konsonanz zum Grundton abweichen und umgekehrt. Es besteht also Grund zu der Annahme, daß die Gesetze, die die Ph. beherrschen, auch für die Erscheinungen der Klanganalyse bzw. für die der Verschmelzung gelten.

3. Die zentralen Faktoren in den Photismen. Obwohl in unserer temperierten Skala die enharmonisch verwechselbaren Töne akustisch gleich sind, bedingt eine subjektive Umdeutung eine Veränderung des Ph. So erscheinen die Ph. von Ges schwarzbraun (dunkler als Fis), von Ces wie H, aber ohne das Rötliche, von Fes als dichtes beschattetes Weiß, von

Gis als etwas ins Meeresgrün gehendes Orange, von Dis als Dunkelblau mit etwas Bräunlich, von Ais als braun durchschimmerndes Schwarz, von Eis als glänzender und dunkler im Vergleich zu F, von His als Hellblau-Grünlich, von Fisis als Grau, aber heller als G, von bb als Dottergelb. Diese subjektiven Angaben weisen darauf hin, daß das Umdeuten und Erkennen für das Ph. von Einfluß ist. Dagegen ergab der Versuch mit subjektiver Empfindungsbildung bei diesen enharmonisch verwechselten Tönen, daß sich für sie analog stabile Eigen-Ph. nicht herausgebildet haben. Es besteht nämlich im inneren Festhalten des Ph. gegenüber den auftretenden Alterationserscheinungen stets die Tendenz, in das nächstliegende Grund-Ph. aus der zwölfstufigen Skala zurückzufallen. Relativ am besten gelingt die subjektive Umdeutung bei dem Des-Ph., das gegenüber dem Cis-Ph. einen bräunlichen Schimmer erhält.

In anderer Weise treten zentrale Momente da hervor, wo sich mehrere Ph. zu einer Gestalt zusammenschließen. Bildet man aus einzelnen Tönen sukzessive Formen, so zeigt sich, daß die Ph. in zwei Gruppen zerfallen, je nachdem, ob sie in bezug auf ihren Helligkeitsgrad von dem vorangehenden Ph. positiv oder negativ beinflußt werden. Zu diesen gehören C, A, E, H, Cis, Es, also die helleren und von den dunkleren ein blaues Ph. (Es); zu jenen gehören Fis, As, B, F, also die dunkleren und rotbraunen. Bei G und D läßt sich kein Einfluß feststellen, was abermals im Einklang mit dem trägen Charakter des D steht. Dieses Ergebnis gilt für die Region der kleinen und eingestrichenen Oktave, wo die Ph. am deutlichsten erscheinen. Als dunkles influenzierendes Element wurde meist das schwarze B, als helles das weiße E verwendet.

Die Veränderung, welche die Ph. durch Eingehen in simultane Komplexe erfahren, bilden ein umfangreiches Kapitel, da sich für jedes Ph. entsprechend jeder Lage und jeder harmonischen oder disharmonischen Form des Ganzen eine immer neue Veränderung ergibt. Z. B. tritt im a-moll Dreiklang E noch als weißes Ph. hervor, aber es wird „schmaler", „bescheidener", zugleich heller als in A-Dur. Das ganze Bild des A-Dur-Dreiklanges erscheint (beim Versuch am Harmonium) groß, gleichsam überwölbt, es „strahlt aus". Sobald dieser Akkord in a-moll umschlägt, fällt die „Halbkugel" in sich zusammen, es bleibt etwas „Plattes" übrig, „die Sonne ist fort". Alles ist „verblaßt, durchsichtig, bleichsüchtig". Der Unter-

schied des Überganges von A-Dur nach a-moll erscheint regelmäßig größer als die umgekehrte Veränderung des Bildes[1]).

Bemerkenswert ist, daß sich bei Versuchen mit subjektiver Bildung der Ph. und der Beobachtung von Alterationserscheinungen Zusammenklänge ganz anders verhalten als einzelne Elemente. So sind die beiden komplementären Vierklänge Fis—A—C—Es und Cis—E—G—B erheblich rascher „erledigt" als die einzelnen Elemente für sich. Sie ergeben bald eine graue undefinierbare Masse, nämlich im Mittel nach 15 bzw. 35 Sek. Dagegen ist der rötlich-braune Vierklang D—F—As—H noch nach 150 Sek. vorhanden und mit Ausnahme des H-Ph. sogar noch in seinen Elementen erkennbar.

In diesem Zusammenhang ist daran zu erinnern, daß im absoluten Tonbewußtsein das Ph. nur dann vorhanden ist, wenn der Ton „erkannt" wird, und zwar in einem einzigen scheinbar simultanen Prozeß. Wenn nun auch die Fehler im Erkennen der Töne hinsichtlich ihrer absoluten Höhe wesentlich auf die musikalisch-akustischen Randgebiete beschränkt sind, in denen die Ph. entweder wegen ihrer Kleinheit (Höhe) oder wegen ihrer Dunkelheit (Tiefe) schon an und für sich schwerer erkennbar sind, was in den 84 verwendeten Halbtönen im Mittel 17 % Fehlurteile bedingt, so ist es doch auffällig, daß auch in der Region des deutlichsten Hörens Fehler vorkommen. Wird z. B. das h mit dem b einmal verwechselt, so wird statt des milchigen Rosa das Schwarz gesehen oder umgekehrt. Dazu kommt, daß wenn auch die Reaktionszeiten relativ kurz sind, sie doch erheblich größer ausfallen als beim Hinblicken und Erkennen einer Farbe im Netzhautsehen. Es ist also das Auftreten der Ph. unter keinen Umständen einem Prozeß direkt zu vergleichen, wie ihn unser gewöhnliches Sehen bedeutet. Diese Tatsachen werden für die Theorie der synoptischen Erscheinungen ausschlaggebende Bedeutung erlangen.

4. Helligkeit und relative Farbenwirkung in verschiedenen Lagen. Die Analyse der Ph. wird endlich ergänzt durch die Untersuchung der Differenzen, welche sich in verschiedenen musikalischen Lagen zeigen. Es ist wichtig, daß die Verteilung der relativen Helligkeiten von der des Her-

1) Ob die Verkleinerung der Moll-Bilder etwa durch innere Mikropsie, bedingt durch den Gefühlscharakter des Moll, zu erklären ist, bleibt zu untersuchen.

austretens der Farben verschieden ist, daß sich also Farbigkeit und Helligkeit wieder nach gesonderten Gesetzen verteilen. In Fig. 38 sind die relativen Helligkeitswerte in den einzelnen

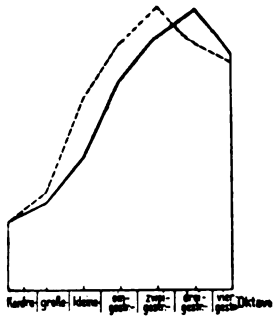


Fig. 38: Verteilung der relativen Helligkeitswerte der Photismen in den einzelnen Lagen. a) bei der angeschlagenen Saite (Flügel) (———), b) bei der kontinuierlich tönenden Zunge des Harmoniums (- - - -).

Lagen dargestellt. Bei Versuchen am Flügel ergab sich ein Maximum in der dreigestrichenen Oktave, bei solchen am Harmonium verschob sich diese Region nach der zweigestrichenen, wahrscheinlich weil im ersten Falle durch das Anschlagen und Abklingen ein diskontinuierlicher akustischer und synoptischer Eindruck hervorgerufen wird, während es bei angehaltenen Tönen umgekehrt ist. Da nun höhere Töne kleinere, aber hellere Ph. erzeugen und da deren Auftreten dem Aufblitzen eines kleinen hellen Gebildes beim Netzhautsehen etwas vergleichbar ist, so müssen wir für diesen Fall andere Gesetze als die Auffassung und Beurteilung bedingend hypostasieren gegenüber den bei kontinuierlichen Reizen vorhandenen Bedingungen. In bezug auf den Eindruck der Helligkeit heißt dies, daß kleinere und hellere, aber kürzer dauernde Eindrücke als größeren, weniger hellen und länger dauernden unter bestimmten Umständen äquivalent anzusehen sind. Für die Untersuchungen wurde wieder der Vergleich verwendet, indem als Maßstab die Differenz der Helligkeiten zwischen den Eigen-Ph. c'' und h' zugrunde gelegt wurde.

Schwerer ist es, für die Farben der Ph. ein exaktes Maß zu finden, da sie sich in verschiedenen Lagen und somit in verschiedener Helligkeit auch untereinander different verhalten mußten. Es wurde daher, um einen brauchbaren Maßstab zu erlangen, jede einzelne Farbe eines Ph. in verschiedene komplexe

Formen gebracht, um die relative Wirkung zu beobachten. Da die meisten harmonischen Gebilde unserer Musik nun gleichzeitig dynamische und andere ästhetische Elemente enthalten, die den Versuch erheblich komplizieren und unübersichtliche Bedingungen schaffen, so wurde in der Hauptsache der schwebende Vierklang in seinen drei Formen verwendet und auf diese Weise in den einzelnen musikalischen Lagen das relative Heraustreten eines jeden Farbcharakters beobachtet. Diese Versuche zeigten, daß es für jede einzelne Farbe der Ph. eine relativ optimale Lage gibt, in welcher sie im Vergleich zu den jeweils noch im Akkord enthaltenen Elementen hervortritt; und zwar liegen die relativen Optima für die blauen und hellen Farben in der Höhe, für die roten und dunklen in der Tiefe, während sich einerseits Grau, andererseits Gelb und Orange in der Mitte einordnen[1]). So erreicht das C-Ph. sein Optimum in der zweigestrichenen Oktave, das E-, Fis- und D-Ph. in der eingestrichenen, das G-, H-, A- und As-Ph. in der kleinen, das B-Ph. in der großen und das F-Ph. in der Kontra-Oktave. Das problematische Cis hat sein Optimum ebenfalls in der zweigestrichenen Oktave. Für Es liegt ein Maximum in drei Oktaven, nämlich in der kleinen, der ein- und zweigestrichenen, was sich daraus erklärt, daß es zugleich blau und dunkel ist; D als das kakaofarbene Ausnahme-Ph. erscheint wieder mit seinem Optimum, wie sich aus der genannten Einordnung ergibt, in einer Ausnahmelage. Es erscheint nämlich an dem Platze, wo es liegen würde, wenn es nicht seine rötliche, sondern die bläuliche Farbe haben würde, die es nach der spektroïden Skala haben sollte. Das im allgemeinen eindeutige Ergebnis deckt sich mit den Gesetzen, die für das Heraustreten der einzelnen Farben hinsichtlich der Raumschwelle gelten, indem bei Farbflächen von minimaler Ausdehnung im Netzhautsehen die Empfindung der Helligkeit im Rot mit der der Qualität zusammenfällt, während für andere Farben konform ihrer spektralen Entfernung von Rot der Farbempfindung eine solche der Helligkeit vorangeht, mit Ausnahme des hier nicht in Betracht kommenden Grün.

1) Das relative Heraustreten des Rot in der musikalischen Tiefe, das des Blau in der Höhe könnte auf doppelte Art erklärt werden: a) Die rote Farbe hat in sich selbst eine besondere Verwandtschaft mit tiefen Tönen, das rote Ph. erfährt hier also die relativ beste Ausbildung; b) die rote Farbe ist in der musikalischen Tiefe ein wesensfremdes Element, sie tritt also um so deutlicher gegenüber ihrer Umgebung in ihrer Eigenart heraus. Vom Blau gilt das Entsprechende. Die Annahme b) hat die größere Wahrscheinlichkeit für sich.

III. Schlußbemerkung.

Die Aufstellung einer Theorie über die musikalische Synopsie wird an dieser Stelle um so eher unterlassen, als die angeführten Ergebnisse in Einzelheiten sowohl der Farbenlehre als auch der Akustik, der Theorie und Ästhetik der Musik hineinreichen und daher eine umfangreiche Erörterung verlangen. Auch liegt der vorangehenden Analyse erst ein einzelner, wenn auch ausgeprägter Fall zugrunde. Es werden daher vorerst nur zwei Hauptpunkte fixiert:

1. Die musikalischen Ph. lassen, obwohl sie sich durch viele Qualitäten, durch die Art der sie bedingenden Reize und durch den Grad ihrer Abhängigkeit von zentralen Faktoren gegenüber den gewöhnlichen optischen Inhalten unterscheiden, bis ins einzelne hinein Gesetze erkennen, die das gewöhnliche Sehen beherrschen.

2. In den musikalischen Ph. finden sich selbst solche Elemente des Hörens übertragen in optische oder diesen verwandte Qualitäten wieder, die einer akustisch-musikalischen Analyse entweder gar nicht oder nur indirekt zugänglich sind.

(Eingegangen am 31. Januar 1925.)

Die zentrale Stellung der Psychologie in der Philosophie.

Von

Götz Martius.

I. Daß die Psychologie innerhalb der Wissenschaftsreihe eine zentrale Stellung beanspruchen muß und darf, ist oft genug ausgesprochen worden und scheint durch ganz nahe liegende allgemeine Gründe gefordert zu sein. Das Psychische steht einerseits mit dem Physischen, also den Naturwissenschaften, in engster Beziehung, andrerseits ist nichts in den Geisteswissenschaften zu entdecken, was nicht psychisch begründet ist. In diesem Sinne kann die These von der zentralen Stellung der Psychologie überhaupt nicht geleugnet werden. Es kommt aber darauf an, ob die Psychologie auch durch sich und ihre Feststellungen eine entscheidende Bedeutung für die Prinzipien der einzelnen philosophischen Disziplinen und damit der Philosophie selbst beanspruchen muß. Das ist ebenso oft bestritten wie behauptet, und gerade die neuere Zeit ist dieser Ansicht abgeneigt. Man ist mit dem ablehnenden Ausdruck Psychologismus schnell bei der Hand und ist bemüht, die Erkenntnistheorie sowohl wie die Natur- und Geisteswissenschaften selbständig zu begründen und auf ihre eignen Prinzipien zu stellen.

Und doch sind gerade die Ergebnisse der neueren, wo es nötig ist, auch das Experiment heranziehenden Psychologie so geartet, daß die Entwicklung von selbst dahin drängt, die psychologisch fest gewonnenen Tatsachen zum Ausgangspunkt aller philosophischen Orientierung zu machen und auch den einzelnen philosophischen Disziplinen zugrunde zu legen oder bei ihrer Grundlegung zu berücksichtigen. Von Tatsachen allein aber, nicht von Doktrinen muß und kann die Philosophie ausgehen, falls sie nicht in den Schein eines willkürlichen Aufbaus gelangen will. Darüber besteht im Grunde auch kein Streit. Aber welche unverrückbaren Tatsachen vorliegen, darüber wird die Meinungsverschiedenheit so leicht nicht zur Ruhe kommen.

Es sind besonders zwei wichtige Fortschritte in der Psychologie, welche hier in Betracht kommen. Das eine ist die Festlegung des wirklich Gegebenen oder Perzipierten, das andere die durch die genauere Einsicht in das Wesen des Denkens und Handelns erwiesene Unmöglichkeit, den fühlenden, denkenden und wollenden Menschen irgendwie von dem wahrnehmenden prinzipiell zu trennen, für jene sozusagen einen neuen Anfang mit neuen Geistesvermögen und Prinzipien zu setzen. Der denkende und handelnde Mensch ist nur die natürliche Fortentwicklung des wahrnehmenden. Darin liegt schon, daß Logik, Ethik, Metaphysik, Sozialphilosophie, Ästhetik, kurz alle philosophischen Disziplinen auf die volle Kenntnis der einen menschlichen Natur zurückgehen. Der wichtigste Punkt ist der erste. Hier handelt es sich um die Begriffe Empfindung einerseits, Objekt-Subjekt andrerseits. Das ursprünglich Gegebene wäre nicht bloß nach den reinen Empiristen, die Empfindungen, oder nach den mehr rationalistisch gerichteten im engeren oder weiteren Anschluß an Descartes, das Objekt und das Subjekt (Materielles und Seelisches). So die Lehren der letzten Jahrhunderte. Der Empfindungsbegriff hängt mit dem des Subjekts und Objekts eng zusammen; denn auch bei den reinen Empiristen ist der Empfindungsbegriff durch den substanziellen Subjektsbegriff oder Seelenbegriff beeinflußt. Davon abgesehen, gelten fast allgemein die Empfindungen als das Einfache und Gegebene, von dem auszugehen ist, für viele als die wirklichen Elemente, sogar als die Weltelemente.

Wir können auch nach den neuen Entdeckungen den gleichen Satz aufstellen und unterschreiben. Aber er hat jetzt einen ganz neuen Sinn bekommen. Wir suchen das ursprünglich Gegebene. Die Welt der Empfindungen im bisherigen Sinne ist aber gar nicht das Erste, das Primäre. Die Erfahrung lehrt, daß die Empfindungen anders aussehen, als der Empirist oder Physiologe bisher geglaubt hat, und die Begriffe Objekt und Subjekt gehören ebenfalls nicht zum Gegebenen, sondern sind Begriffe über das Objektive und Subjektive, d. h. über die objektiv und subjektiv gearteten wirklichen Empfindungserlebnisse. Daraus entsteht unvermeidlich die Schwierigkeit, sich mit den alten Worten verständlich zu machen, und die Gefahr gegenseitigen Mißverstehens.

Vielleicht kommen wir am leichtesten zum Verständnis, wenn wir an einen ganz naiven Menschen die Frage gerichtet

denken, was er durch seine Sinne wahrzunehmen glaube und was er in sich als durch ihn selbst erlebbar ursprünglich empfinde. Die Antwort wird dann sein, daß er alle Dinge, seine ganze Umwelt, Menschen, Häuser, Wald, Wiese, Luft, die ganze schöne Sinnenwelt und zugleich seine Freude daran, oder das Leid, was ihm das Schicksal gebracht hat, die Liebe, auch die Abneigung zu seinen Mitmenschen, kurz die Fülle der Gefühle ursprünglich zu erleben glaube. Diese einfache Antwort hat in beträchtlichem Umfang recht und führt uns direkt zur unmittelbar gegebenen Welt, zu unserm gesuchten Ausgangspunkt. Richten wir die gleiche Frage an einen Gebildeten, oder gar an einen Psychologen oder Philosophen, erhalten wir die ganz andere Antwort, die in den meisten Fällen lauten wird, die Einzelempfindungen seien uns gegeben, oder mit Anlehnung an Descartes das Subjekt, das ich denke, und die notwendig mitgedachten, durch die Empfindung auffaßbaren Körper, oder auch einfach die Objekte und als allerprimärstes das Subjekt. Unter den Objekten sind hier dann nicht jene sinnlichen Wahrnehmungsobjekte, sondern die körperliche, räumliche Welt in ihrer vollbekannten Eigenart verstanden.

Wenn wir unsrerseits jene sinnliche uns so wohlbekannte Welt der reinen Wahrnehmung, der inneren und äußeren Erlebnisse selbst, als das Gegebene und Ursprüngliche bezeichnen, müssen wir eine Einschränkung hinzufügen. Richten wir unsern Blick etwa auf eine Straße, so ist als wirklich unmittelbar gegeben nicht die ganze unserm Blick erreichbare Straßenansicht anzusehen, richten wir den Blick auf eine Blume, so braucht nicht der Eindruck der ganzen Blume vorhanden zu sein, es mag etwa die schöne Farbe das speziell Gesehene ausmachen. Im ersten Falle, beim Straßenbild, werden wir mehrere Eindrücke zusammengefaßt haben, indem wir über die Straße hinsehen, im zweiten Falle werden wir aus dem übersehbaren Sehbild der Rose die Farbe herausgehoben haben. Es ist also schwer, wenn nicht unmöglich, im aktuellen Erlebnis das Primäre eindeutig allgemein festzustellen. In der Regel tritt eine im ersten Falle zusammenfassende, im zweiten Falle auflösende, unterscheidende, also eine synthetische oder analysierende Apperzeption bei jeder einfachen Wahrnehmung in Kraft und bestimmt das Maß des Wahrnehmungsinhaltes. Wir müssen das Gegebene im eigentlichen Sinne, das ohne unsere Aktivität Perzipierte und Perzipierbare also vor dem Einsatz dieser

unserer Mitwirkung entstanden denken. Das ist im gewöhnlichen Leben schwierig. Im künstlichen Versuche durch momentane Darbietung läßt sich das aber leicht erreichen. Auch können wir das Gebotene, die Reize, bei den einzelnen Sinnen künstlich variieren und immer einfacher gestalten, bis wir an die Grenze der Perzeption gelangen. Wir untersuchen dann aber nur die Grenzen unserer Perzeptionsfähigkeit und unserer Unterscheidungsfähigkeit und haben uns von der eigentlichen Grundfrage, was in erster Linie als gegeben anzusehen ist, schon weit entfernt, es müßte denn bewiesen werden können, daß jene künstlichen Einzelperzeptionen uns die Elemente liefern, aus denen jene zusammengesetzten Umwelteindrücke erst entstanden sind. So sah es die Psychologie an, und gerade das erscheint nach den neueren Ergebnissen ganz unmöglich. Die angeblichen Elemente sind nicht das Gegebene, sondern die vollen Perzeptionsbilder, wobei wir ohne erheblichen Fehler auch von jenen beiden durch synthetische oder analytische Apperzeption hinzutretenden Veränderungsmöglichkeiten absehen können. Ein besonders einfaches Beispiel können die Obertöne sein, die wir gelegentlich aus einem Klang heraushören und von denen wir wissen, daß die ihnen entsprechenden Wellen in dem physikalischen Klang wirklich enthalten sind. Die psychologische Beobachtung lehrt nun aber gar nicht, daß das Entsprechende auf der psychischen Seite ebenso der Fall ist. Die Obertöne hören wir in der Regel gerade nicht, sondern wir hören eine Farbe des Tones. Auch verändert sich der gehörte Klang, wenn wir durch künstliche Verstärkung oder Richtung der Aufmerksamkeit einen einzelnen Oberton heraushören, vollständig, und wir haben es nicht mit dem gleichen Falle zu tun wie vorher. Und wenn wir auch einzelne einfache Töne künstlich herzustellen vermögen, so ist jeder Zusammenklang doch etwas ganz Neues und nicht aus den einfachen Elementen qualitativ ableitbar. Solche Untersuchungen führen also gar nicht zu den gewünschten Elementen des Psychischen, sondern höchstens zu den einfachsten Fällen der Wahrnehmungstätigkeit. Es ist eine durch nichts beweisbare Annahme, daß durch die Wahrnehmungsempfindungen in den einfachsten Fällen die Wahrnehmungsempfindungen in allen Fällen sich erklären lassen. Die Hilfshypothesen, die zur Durchführung dieser Annahme nötig sind, zwingen lauter Prozesse, wie Verschmelzungsprozesse, Verwebungsprozesse, Projektionsprozesse, synthetische

Veränderungsprozesse seelischer Art anzunehmen, die nur konstruiert und in der psychologischen Beobachtung nirgends nachweisbar sind, die aber zeigen, daß man hier auf einem falschen hypothetischen Standpunkt steht. Wir haben also die bisherige Annahme umzukehren.

Der Grund dieser Schwierigkeiten hängt mit einem Umstand zusammen, durch dessen Aufklärung erst der ganze Gegensatz der neuen zur alten Anschauung klar wird und der von einschneidender philosophischer Bedeutung ist. Die natürliche Einstellung läßt uns die Wahrnehmungswelt, speziell die Sehwelt, die ihren bleibenden, in der Reproduktion leicht wiederholbaren Charakter hat, so vorstellen, als ob sie der Vorstellungsabklatsch einer realen, an sich existierenden, von uns also schon vorausgesetzten Dingwelt sei. Der vorgestellte Baum ist die Vorstellung des ihm gleichenden wirklichen Baumes, und die Psychologie hat dann die Aufgabe, das Zustandekommen des Vorstellungsbaumes aus dem wirklichen zu erforschen. Diese Gewohnheit der Verdoppelung des Gegebenen, die wir als metaphysischen Realismus bezeichnen können, ist durch die psychologische Beobachtung des wirklich Geschehenden als unrechtmäßige Erschwerung der philosophischen Orientierung erkannt. Das aktuelle Vorstellungsbild des Baumes ist der wirkliche Baum unserer gegebenen objektiven Welt, und auf ihn beziehen sich die Urteile über den Baum; die große unendliche Sinnenwelt ist die wirkliche Welt, und auf sie beziehen sich alle begrifflichen Feststellungen und Ergänzungen. Diese sind das Spätere, jene das Primäre. Damit wird nicht etwa die Realität oder Objektivität der Sinnenwelt in Abrede gestellt; sie wird im Gegenteil gesichert, sie ist das unmittelbar Gewisse. Nur die Kantsche Leugnung des Wissens um die Dinge an sich, die Berechtigung der Frage darnach wird geleugnet, und was wir von der Sinnenwelt wissen, ist nicht die wahre Welt (τὸ ὄν oder ὄντως ὄν), sondern ist das, was wir bei genauerem Zusehen von denselben Dingen, die uns sinnlich gegeben sind, urteilen, es ist die begriffliche Welt, die für uns ebenso sicher und real ist wie das Gegebene; denn sie ist das durch das Denken an diesem Erkennbare. Auch sie ist nicht an sich, sondern gilt von den Sinnendingen, in bezug auf welche sie gewonnen ist. Daß auf diese Weise das für uns zeitlich Primäre (die Sinnenwelt) nicht auch das ontologisch Primäre ist, sondern nur das real Primäre, ist um so einleuchtender, als wir nach dieser selben Ansicht das ontologisch Primäre über-

haupt nicht kennen und nicht kennen werden. Das ist der eigentliche Sinn des Kritizismus.

Wir treten in eine Sinnes- und Gefühlswelt ein; diese ist und bleibt die unsere, ist unsere Welt; wir gelangen in allmählichem gesetzmäßigen Forschen, in begrifflicher Form also, zu einer vertieften Anschauung über diese Sinneswelt und sind dadurch imstande, wie Bacon sich ausdrückt, Herrscher in jener Natur zu sein. Aber die alte Forderung, die auf Parmenides zurückgeht, das wahre bleibende, ungewordene Sein an Stelle des gegebenen veränderlichen zu finden, können wir nicht befriedigen, und diese Frage dürfen wir heute überhaupt nicht mehr stellen. Insofern ist dieser Standpunkt, der aber die Realität beider Sphären anerkennt, idealistisch (als Gegensatz zum An sich). Die alte Streitfrage von Realismus (außer uns und so wirklich, wie wir vorstellen) und Idealismus (rein subjektiv) ist gelöst, oder besser aus der Welt geschafft. Es hat eine Umkehrung unserer Stellung zu den Dingen stattgefunden. Nicht von einer postulierten eigentlichen, aber mit den sinnlichen Dingen nicht übereinstimmenden Welt gehen wir aus und fragen nachher, wie die Sinne sich ihrer bemächtigen, sondern unmittelbar von den Eindrücken selbst, denen gegenüber wir ohne Schwierigkeit ihren sinnlichen Ursprung verfolgen und die uns mit den Dingen gleichbedeutend sind, von denen wir dann fragen, was wir dauernd von ihnen urteilen und begreifen. Die intellektuelle Welt setzt sich dann nicht mehr an die Stelle der sinnlichen, sondern stellt nur die Art dar, wie wir das Gegebene in begrifflicher Analyse, im dauernden Urteil im einzelnen festhalten können, so daß wir unter gleichen gegebenen Verhältnissen des gleichen Wissens uns bedienen dürfen.

Diese letztere Auffassung setzt ohne weiteres eine Zerlegung der Sinnenwelt vermittels der analytischen Apperzeption in ihre natürlichen Teile voraus, ein Vorgang, den man bestens mit Abstraktion bezeichnen kann, indem man willkürlich etwa das Qualitative, das Räumliche, das Materielle, einzelne Körper, solche im Verhältnis zueinander, das Bewegte im Verhältnis zur Ruhe, kurz das den einzelnen Wissenschaften Eigentümliche in das Auge faßt, so daß also die begrifflichen Feststellungen sich nicht auf das ganze Gegebene, sondern auf die abstrakten Teilgebiete beziehen und wir schon deshalb nicht durch das Denken auf das eine Seiende stoßen. In diesen einzelnen Ge-

bieten liegt unsere wissenschaftliche Sorge; sie sind alle gleichberechtigt, und die Zurückführung des einen auf das andere ist eine wissenschaftliche Tatsachenfrage, und keine philosophische Theorie ist imstande, diese zu entscheiden. Die Teilung in diese Abstraktionsgebiete hat sich durch die mühevolle wissenschaftliche Arbeit erst allmählich ergeben, wie die Loslösung der Disziplinen voneinander erkennen läßt (Chemie und Physik, Astronomie und Medizin usw.), und die gesamten philosophischen Fragen stehen jetzt unter dem Gewicht dieser Tatsachen. Der geschilderte Standpunkt kann also mit einem gewissen Recht als vergleichsweise skeptisch angesehen werden. Auch die exakten Wissenschaften geben uns nicht das eigentliche Sein, ebensowenig wie die Wahrnehmungen, wohl aber in bezug auf die Teile der seienden Welt des Gegebenen das Wissensmögliche und das Wissenswerte, das seine Bedeutung aber nicht über die einzelnen Abstraktionsgebiete hinaus hat, das zu keinem letzten hinter den „Erscheinungen" liegenden allgemeinen Wesen führt. Jedes einzelne Wissensgebiet kann dann aus seiner Natur heraus bis zu seinen letzten Prinzipien vordringen, ohne von vornherein die Verpflichtung zu einer philosophischen Grundlegung der übrigen oder aller Gebiete zu fühlen. Erst in der vorstellbaren, gegebenen Welt, in der Rücksicht auf den Ausgangspunkt führen alle diese Wege wieder zusammen.

Die Stellung zu den Dingen ist dann zum natürlichen Ausgangspunkt zurückgekehrt, der durch den nicht zum Ziele führenden Drang das wahrhaft Seiende, das An sich zu finden verdeckt, geradezu verborgen war.

An dieser Möglichkeit der Neubegründung des Idealismus ändert auch nicht etwa die Raumfrage etwas Wesentliches, so sehr auch das Räumliche an den Dingen die wahrhaft reale Welt zu sein scheint. Wir finden hier genau das gleiche Verhältnis wie bei dem sonst Gegebenen und dürfen dem sinnlichen Raum keine Vorzugsstellung einräumen. Auch das hat sich erst durch die exakte psychologische Untersuchung deutlich herausgestellt; denn Herings Sehdinge, der wichtigste hier bahnbrechende Begriff, ist diesen erkenntnistheoretischen Folgerungen noch aus dem Wege gegangen. Jetzt ist bewiesen, daß die sinnlichen Raumvorstellungen keineswegs der geometrischen Raumvorstellung gleichen und der Ordnung des Nebeneinander entsprechen, die uns der Mathematiker als die gesetzliche des

Raumes lehrt und anschaulich demonstriert. Hier haben wir es umgekehrt auch schon mit dem begrifflichen Raum zu tun, der nur für sich als formaler Ordnungsbegriff entwickelt, notwendig auch von dem sinnlich uns entgegentretenden Raum Geltung haben muß, aber nicht mit dem sinnlichen Raum gleich ist. Handelt es sich doch nur um die aus reinem Denken begründbare Form jeder abstrakten Ordnung. Die mathematische Wissenschaft ist formale Wissenschaft des Ordnens selbst und nicht von der Erfahrung herzuleiten; sie konstruiert ihre eigne Welt formaler Beziehungen, die durch die Erfahrung nicht widerlegt werden kann. Wo ein Rest von sinnlicher Erfahrung stehen geblieben ist wie in der Geometrie, hat die Mathematik selbst längst die Frage aufgeworfen, ob hier eine Übereinstimmung mit der erfahrungsmäßigen Wirklichkeit anzunehmen ist, eine Frage, die heute glatt verneint werden muß. Schon die Alten lehrten, daß die Arithmetik als die allgemeinere Wissenschaft über die Geometrie hinausreiche, und die heutige Geometrie ist längst zu übereuklidischen Vorstellungen in der Theorie hinfortgegangen. Sie hat dazu das volle Recht; nur handelt es sich dann in keiner Weise um eine die gegebene sinnliche Welt erschöpfende Begriffskonstruktion, sie hat ihre Bedeutung zunächst nur in sich und für sich.

Man kann sich das so entstehende Bild vom Wesen des Gegebenen noch verdeutlichen, wenn man die einzelnen verschiedenen Sinne und ihre eigenartigen Vorstellungsweisen gesondert vor Augen führt und sich bewußte Wesen fingiert, welche aber nur mit einem oder dem andern Sinne ausgestattet sind. Für alle solche Wesen wären ihre Sinnessphären ihre objektive, wenn auch bisweilen raumlose Welt, zu der ihr subjektives Gefühlsleben in Beziehung treten könnte, wie wir es beim Schmecken und Riechen selber unmittelbar erleben. Denn nicht wenig Geschmacks- und Geruchsreize wirken nicht bloß auf den Sinn allein, sondern lösen zugleich ein Gefühl aus, das sich bis zum starken Affekt steigern kann. Für den reinen Gehörsmenschen würde seine Sinnenwelt der sinnlichen Räumlichkeit ebenfalls noch entbehren, während eine gewisse räumliche Orientierung mit Hilfe der Entfernungsvorstellungen, die allerdings Tast- oder Bewegungsempfindungen voraussetzen, möglich sein würde. Die Art der Tastwelt können wir an den Taubstummblinden heute bequem studieren; ihre Raumvorstellung ist wesentlich der auf Druck- und Bewegungsempfindung be-

schränkte Tastraum. Niemand, der vielleicht vorher noch zweifelte, wird hier mehr leugnen, daß diese menschlichen Wesen eine objektive Welt besitzen, die der unsern einzelsinnlichen ähnelt, die von manchen fälschlich so aufgefaßt wird, als ob sie unserer vollsinnlichen wirklich gliche, während es sich nur um Benutzung der gleichen Worte für die verschiedenen Sinnesinhalte handelt. Die innere Welt der Gefühlserlebnisse tritt um so mehr als den unsern gleichartig gerade bei den bekannten Taubblindenfällen hervor, und mancher wird über den Reichtum dieser Gefühlswelt staunen, durch den doch der Mangel und die Dürftigkeit der Sinnesvorstellungen nur um so lebhafter zum Ausdruck kommt. Die beiden Seiten des wirklich primär Erlebten, die objektive und die subjektive, drängen sich hier besonders deutlich auf. Und nun kommt bei den Vollsinnigen die Gesichtswelt, die Sehdinge, hinzu und damit die größte Fülle unserer objektiven Welt, die uns darum erst die eigentliche zu sein scheint, von der wir aber doch festhalten müssen, daß sie die eigentliche nur ist in dem Sinne des Gegebenen, nicht im Sinne des An sich. Es ist die Welt, in der wir leben und leiden, in der wir handelnd und auf Grund unseres subjektiven Erlebens unsere eigne geistige Welt aufbauen, es ist die Welt, die wir in keiner Weise in ihrem Wesen ändern können und die wir auf intellektuellem Wege immer genauer, immer intimer kennen lernen.

Daß noch andere Sinneswerkzeuge gedacht werden könnten, die uns noch anders geartete Kunde von unserer Umwelt vermitteln würden, ist oft ausgeführt, allerdings nur als reine Hypothese, da wir in der Auswertung solcher Vorstellungen an unsere uns nun einmal gegebene Welt gebunden sind. Wir benutzen dann unsere genauere begriffliche Kenntnis von den Dingen und lassen deren Ergebnis hypothetisch uns direkt, also durch einen neuen Sinn gegeben sein; es bleibt das ein manchen vielleicht erfreuendes, aber doch leeres Spiel, und man soll sich nicht dadurch verleiten lassen, das indirekt im Denken Gewonnene doch als ursprünglich gegeben einzuschätzen. Manchmal freilich scheint Sinnliches und Begriffliches zusammenzufallen. So beim Hören, da wir die Luftbewegungen fühlen und sichtbar machen können. Die Luftbewegungen, die einem Klang entsprechen, können wir bis ins innere Ohr verfolgen und dort noch als bestimmte Schwingungsformen vorstellbar ansehen. Aber mit dem Hören hat das nichts zu tun. Diese Schwingungen

gehören zu der Sehwelt, die ja das weiteste Gebiet bei allen Sinnesvorgängen umfaßt, und dann haben wir wieder genau das Sehbare von dem Gedachten (Schwingungsbegriff, Zahl und Form der Schwingungen, Intensität, Geschwindigkeit) zu unterscheiden. Alles das ist in keiner Weise zu sehen, geschweige zu hören. Wir können also nur zugeben, daß unser Gesichtssinn die Data der andern Sinne vervollständigt, wie es auch der Tastsinn tut. Und immer tritt, wo ein oder der andere Sinn fehlt, soweit es möglich ist, ein anderer an die Stelle, ohne daß sich das Verhältnis zwischen dem sinnlich Gegebenen und begrifflich Erfaßten änderte. Der Begriff der Veränderung oder Bewegung selbst hat eine ungeheure Anwendungsfähigkeit, bleibt aber doch ein Begriff. Das erkennt man schon bei der Lehre von den Scheinbewegungen.

Veränderung setzt mehr voraus als die sinnliche Bewegungsvorstellung, die Beziehung dieser auf das sich Verändernde. Man kann allgemein das Denken mit dem beziehenden Vorstellen beginnend ansehen. Darum ist auch das Objekt ein Begriff, und zwar ein sehr allgemeiner, der der äußeren Beziehungsmöglichkeit. So entsteht auch der Gegensatz von Objekt und Subjekt, Begriffe, die weit entfernt sind vom selbstgewissen Ausgangspunkt, und die zu ihrer Bildung das Objektive und Subjektive, also das wirklich ursprünglich Gegebene schon voraussetzen. Die Sprache ist hier wieder sehr karg. Denn auch die subjektiven Erlebnisse werden zu beachteten Objekten. Gegeben sind die Vorstellungen der äußeren Sinne, ebenso wie die Gefühle, Triebe, Affekte; wenn ich das eine oder das andere apperzipiere, handelt es sich für mich beidemal um etwas Objektives, aber im zweiten Falle, im Fall der Gefühle, ist das von mir Vorgestellte oder Gedachte eben das zum Objekt gewordene Subjektive, und zu diesem Subjektiven gehört das Beziehen selbst; die subjektiven Erlebnisse können zu Objekten des Denkens werden. Der unmittelbar gegebene Unterschied zwischen Innen und Außen, Dingen und Empfindungen bleibt bestehen, und dieser heißt dann der Gegensatz von Objektivem und Subjektivem, der begriffliche Gegensatz bringt den unmittelbaren Erlebnisgegensatz auf eine Formel. Hieraus, aus Objekt und Subjekt, Wesenheiten zu machen, ist eine Folge des schon berührten allgemeine Zuges der Neigung zur Substanziierung der Beziehungen oder Vorstellungen.

Hieran ändern gar nichts die vielen lehrreichen Versuche,

in die Welt der subjektiven Vorgänge Einteilung und Ordnung zu bringen; sie führen aber oft genug zu dem Mißverständnis, als ob verschiedene subjektive Kräfte oder Fähigkeiten festgelegt werden könnten, die mehr wären als ein Namen für die Arten der aktuellen Gefühlsvorgänge oder Affekte. Wie wir von den Dingen durch die Namen nur eine recht unvollkommene Vorstellung erhalten, bei denen die individuellen Verschiedenheiten zurücktreten, welche die Einzelbeobachtung wieder ergänzen kann, ist es auch bei den Gefühlen und Affekten, bei allen subjektiven Empfindungen. Der Ausdruck Furcht z. B. bezeichnet eine Reihe höchst verschiedener Vorkommnisse, individuell in jedem Fall verschieden und nur durch Nacherleben verständlich. Diese Zustände sind ursprünglich auch nicht an objektive Vorstellungen gebunden, sondern in sich selbst begründete, besondere Erlebnisse, die wir mit dem wenig glücklichen, aber heute unentbehrlichen Namen Affekte bezeichnen. Wir können also auch die ursprünglichen Gefühle nicht durch einfache Selbstbeobachtung allein kennen lernen; da treten sie uns zu oft in verschleierter Form, verwoben mit andern psychischen Tatsachen entgegen, sondern in möglichst unbefangenem Zustande, also bei Kindern und bei sich durchsetzenden besondern individuellen Erlebnissen, wenn wir von ihnen beherrscht werden. Ein Kind zeigt, wenn es nicht durch vorzeitige ernste Aufgaben in seiner Natürlichkeit gestört ist, den biologischen Charakter des ursprünglichen Gefühlslebens ebenso wie ein Erwachsener, der durch ein erschütterndes oder ihn beglückendes Ereignis in einen so lebhaften Zustand der Trauer oder Freude geraten ist, daß demgegenüber alle Vorstellungen andrer Art zeitweise erlöschen. Hier sehen wir das ursprüngliche Wesen der Affekte, die wir mit Recht zwar als Empfindungen, aber zugleich als körperliche Zustände (der Erregung, Beruhigung, Spannung) aufzufassen haben. Ohne diese mißverständlich sogenannten Wirkungen des Gefühls auf den Körper, die notwendig zu ihnen gehören, sind sie primär gar nicht gegeben, und wenn im reproduktiven Gedankengang, also im gewöhnlichen Leben, sie uns an die Vorstellungen gebunden erscheinen, so ist das nur eine Folge der allgemeinen Entwicklung des einzelnen, bei welcher nach Gesetzen der Reproduktion und Verknüpfung die objektive und subjektive Seite durch apperzeptives Zusammenfassen verbunden wird und so fortleben kann; die Theorie nennt dies den Gefühlston der Empfindungen.

Es findet eine Umbildung und Fortentwicklung der Individuen, eine fortschreitende Organisation zu immer volleren und reiferen Einzelwesen, der sinnlich-intellektuell veranlagten psychophysischen Grundwesen zu geistigen Persönlichkeiten statt. Denn die Gefühlsseite des Menschen entwickelt sich ebenso wie die intellektuelle das ganze Leben hindurch. Ein solcher vollentwickelter Mensch ist also für viele allgemeine psychologische Fragen kein entscheidender Zeuge, wenn es auf sein Selbstbewußtsein ankommt; denn diese organisierende Entwicklung entzieht sich in der Folge dem Selbstbewußtsein, ihr Studium setzt eine Beachtung des ganzen physiologischen Lebewesens voraus, wie sie der Psychologie zukommt.

Das Gesagte läßt die falsche Einseitigkeit, das Objekt und das Subjekt als das Gegebene anzusehen, immer lebhafter hervortreten. Gegeben ist der Mensch als Objekt unter Objekten und zugleich als subjektiver Erleber alles Psychischen, das er auch zu seinem Objekt machen kann, nicht „das" Objekt und „das" Subjekt.

II. Wenden wir uns in hergebrachter Reihenfolge jetzt zur Logik, so müssen wir auch hier den natürlichen mit Sinnen und Apperzeptionsfähigkeit begabten Menschen mit seinem natürlichen Denken als Unterlage wiederhergestellt denken. Es zeigt sich dann, daß dieselben Funktionen, die beim Wahrnehmen sich abstrahierend (trennend) und zusammenfassend tätig erwiesen, das Denken organisieren und dadurch das Urteil ermöglichen. Man muß sich nur gegenwärtig halten, daß das Urteil im gewöhnlichen Sinne nicht die ursprünglichste Urteilsfunktion darstellt, sondern jene analytische und synthetische Apperzeption voraussetzt, die schon bei der Wahrnehmung selbst sich wirksam zeigte. Tritt zu der apperzeptiven Analyse oder Synthese die sprachliche Form, die die inhaltlichen Beziehungen festhält und zum Ausdruck bringt, hinzu auf eine psychologisch und physiologisch einfache, hier nicht weiter zu besprechende Weise, so haben wir das primäre Urteil, das dann im organischen Gedächtnis festgehalten und reproduziert werden kann (sekundäres Urteil oder Urteil im gewöhnlichen Sinne). Wir sehen den urteilenden Menschen unmittelbar aus dem wahrnehmenden sich entwickeln, eine Entwicklung, die jedes denkende, also menschliche Individuum durchmacht und die im gewöhnlichen Leben schon darum nicht auffällt, weil wir in der Regel das Wahrgenommene mit dem dabei Gedachten zusammen erleben.

Dies Individuum ist die Voraussetzung für die Logik und ihre Gesetze, die ein Ausdruck für die gültigen Formen der natürlichen Denkvorgänge sind. Wir haben daher alle Veranlassung, bei der Lehre vom Denken von Anfang an die Werdeprozesse der Begriffe (Induktion) von den Anwendungsprozessen (Deduktion) zu unterscheiden.

Das Individuum, das der Logik zugrunde liegt, ist also ein organisiertes Individuum; daß diese Organisation zugleich eine physiologische, nicht bloß psychologische ist, folgt aus dem in der neueren Psychologie entdeckten affektiven Charakter des Apperzipierens, also des primären Denkens, und aus der Tatsache, daß auch die Folgeerscheinung, das Urteil im reproduktiven Sinne, allen Reproduktionserscheinungen entsprechend stets eine physiologische Grundlage hat. Hier wie überall müssen wir also von dem ganzen Menschen, nicht von der Einzelbetrachtung des Objektiven oder Subjektiven ausgehen.

Damit ist der alte Streit, ob das Logische der Psychologie einzuordnen sei, geschlichtet. Den Ausdruck Logik und logisches Denken werden wir mit Rücksicht auf die spezielle Frage der allgemeinen und wissenschaftlichen Wahrheitsfindung beibehalten, dabei uns aber bewußt bleiben, daß dieser Weg nicht durch sich selbst, sondern durch die allgemeine psychologische Natur des Menschen gewiesen wird und darauf zurückgeführt werden muß. Sobald wir das Begriffliche für sich betrachten, stehen wir auf logischem Boden, sobald das Werden des begrifflichen Denkens in Frage kommt, ist die Psychologie nicht zu entbehren. Wir haben einige wichtige Folgerungen zu entwickeln. Da alle apperzeptiv entstehenden Urteile sich auf die ganze gegebene Wirklichkeit, sei es auf die Gegenstände der bloßen Wahrnehmung, sei es auf isolierte und abstrahierte Teile des Gegebenen, sei es auf die subjektive oder Ichwelt der inneren Zustände, beziehen, ist die objektive Bedeutung alles Urteilens von vornherein gesichert, und wir brauchen nicht erst lange zu fragen, wie eine solche objektive Bedeutung aus den subjektiven Synthesen von Vorstellungen oder sonstwie angenommenen Prozessen hervorgehen können. Solche subjektiven Synthesen sind durch die Sprache nahegelegt, aber psychologisch nicht vorhanden. Die ganze objektive gegebene Welt ist der Bereich unseres beurteilenden Auffassens, und die Gegenstände der Erkenntnis gehen, wie Kant durchaus richtig gefunden hat, aus dem Erkenntnisvorgang hervor. Sie sind vorher

gar nicht vorhanden, wenn auch metaphysisch nicht etwa erfunden, sondern im vollen Erfahrungsprozeß gefunden. Soweit es aber ein Denken und Urteilen geben sollte, welches nicht auf den gegebenen Erfahrungsinhalt geht, welches also erfahrungsfrei und nicht inhaltlich vorstellungsgebunden ist, kann es, wenn es nicht ein irrendes ist, nur ein formales Denken sein, welches seinen Inhalt aus dem Denken selbst entwickelt. Es gibt auch ein solches, wie etwa das Zählen oder das abstrakt Mathematische, soweit nicht die Raumvorstellung in Frage ist, alle Funktionsbeziehungen, die logischen selbst eingeschlossen, die ja auch wieder Objekt des Apperzipierens werden können. Es gibt also formale Wissenschaften, die weniger die Objekte der Wirklichkeit behandeln als ihre formale Ordnungsmöglichkeit. Und das sind diejenigen, auf welche sich die Vertreter der reinen Logik mit Vorliebe berufen und dieser dadurch einen Schein der Berechtigung verleihen; sie sind dann aber wie alle transzendenten Systeme gezwungen, die inhaltliche Wirklichkeit auf Umwegen wieder einführen zu müssen, und verwirren damit den natürlichen Gang der Betrachtung. Die berechtigte Existenz eines formalen Teils der Logik ist aber kein Beweis gegen die Notwendigkeit ihrer induktiven Begründung.

Ein Begriff ist dann nichts weiter als eine Summe auf ein bestimmtes Objekt, auf einen bestimmten logischen Punkt gerichteter Urteile, die bloß beschreibend, aber ebensogut erklärend (analysierend) sein können. Die begriffliche Welt ist also die gesetzlich um- und ausgedeutete Sinnenwelt, wenn wir von den rein formalen Begriffen hier absehen. Damit ist ein Begriff wesentlich durch die Prädikate der in ihm liegenden Urteile bestimmt, stellt eine Summe von Prädizierungsmöglichkeiten in bezug auf ein Objekt, den Ort seiner Anwendung dar. Dieser, der logische Punkt, ist die gleichbleibende Gelegenheit für das Prädizieren der Aussage. Der wesentliche Bestandteil der Urteile, auch der gewöhnlichen (sekundären) ist das Prädikat. Was wir von den Dingen aussagen können, sagen uns die Begriffe, nicht etwa die Allgemeinvorstellungen. Sprechen wir von den Allgemeinbegriffen im Sinne der Gattungstypen, so meinen wir etwas ganz anderes, nämlich die von der Erfahrung abgelesene Regel, nach welcher in bestimmten Fällen unsere Urteile über ein Ding zusammenhängen oder verbunden sind, wir meinen also in der Regel etwas gar nicht weiter Auflösbares, eine erste Form der Wirklichkeit, so daß die Frage entstehen kann, ob

nach dem Ursprung solcher Formen zu fragen überhaupt einen Sinn hat. Die neuere Philosophie weiß wenigstens, daß sie solche transzendente Fragen heute nicht exakt beantworten kann. Es fehlen dazu wesentliche Erfahrungsgrundlagen, wobei nicht undenkbar ist, daß diese im einzelnen Falle sich uns noch genauer enthüllen könnten.

Von den Relationsurteilen und Relationsbegriffen, die als besondere Leistung des Denkens aufgefaßt werden oder auch bei manchen reinen Empiristen zur Forderung eines spezifischen Erfahrungsinhaltes führen, gilt genau dasselbe. Ein Relationsurteil setzt aber nicht einen, sondern zwei oder mehrere logische Beziehungspunkte voraus und enthält nur das, was bei diesem Übergehen von dem einen auf den andern Gegenstand feststellbar (apperzipierbar) ist. Die Relationsbegriffe beruhen also in gleichem Sinne wie die von Gegenständen auf Erfahrung, sind im gleichen Sinne objektiv und allgemein gültig. Einen besondern Fall stellen die Kausalitätsurteile dar. Sie gehen auf das im gegebenen Wechsel zueinander Gehörige und daher auf die Notwendigkeit einer Folge in bezug auf eine Ursache oder einer Ursache zu einer Folge. Nach der sich stets aufdrängenden Erfahrung von Kräften bei täglicher Beobachtung solcher Folgeverhältnisse im handelnden Leben dichten wir anthropomorph nur zu leicht überall in dieses Folgeverhältnis ein Krafterlebnis hinein, wozu nicht die geringste Erfahrungsgrundlage gegeben ist, wie schon Hume zeigte. Wir sprechen deshalb oft richtiger von Bedingungen und Bedingtem, meinen dann aber leicht mehr, als in einer Ursache liegen kann. Die Kausalbeziehung stellt allein sichere Beziehungen für den Wechsel der Erscheinungen her und gilt also als Forderung ganz allgemein; jede Veränderung hat ihre Ursache, insofern sie in unsere denkende Erfassung der Dinge eingeht. Die Kausalität ist die Denkform für die Verknüpfung der Folgezustände, eine Apperzeption der Zusammengehörigkeit in der Folge. Wo sie nicht anwendbar ist, fehlt die Möglichkeit der Herstellung einer Erkenntnis, wie es ja auch für unzählige Folgeerscheinungen, die nebeneinander ohne Verbindung bestehen oder hergehen, der Fall ist. Insofern ist die Gültigkeit des Kausalsatzes eine apriorische. Die objektive Sicherheit im einzelnen Fall ist aber keineswegs durch die kausale Verknüpfung als solche gegeben, sondern einzig durch den Satz der Identität. Funktionen oder Abhängigkeiten bestehen eindeutig und notwendig für eindeutige

Behauptungen und setzen für die gleiche Folge die gleichen Bedingungen voraus. Das ist die einfache letzte Bedingung der Gültigkeit des Satzes, und diese ist im Grunde psychologisch. Es ist einfach unmöglich, dieselbe Folge als Folge verschiedener Ursachen in derselben Beziehung zu denken. Man kann nicht ein X für ein U machen. Der Schein der Unsicherheit beruht allein auf der verschiedenen und nicht eindeutigen Bedeutung der Worte und der Mangelhaftigkeit der Analyse. Daß es solche Identitäten in der Wirklichkeit gibt, ist reine Erfahrungstatsache, und die Summe der identischen Folgeverhältnisse im Vergleich mit den wechselnden ist ja auch nicht allzu groß; für unser Denken aber ist nur dadurch der gesuchte Ruhepunkt geschaffen. Auch hier können wir nur das Wirkliche feststellen, nicht sein Dasein erklären. So steht all unser Denken im Dienst der Neuordnung und Auflösung des Gegebenen nach sachlichen Gesichtspunkten, wodurch die wunderbare Mannigfaltigkeit des ursprünglich Gegebenen faßbarer wird und unsere Erkenntnis in die Tiefen dringt. Hier ist von der Kausalität im Mathematischen abgesehen. Die Gleichungen und Funktionsbeziehungen bedeuten die Gleichsetzung bestimmter mathematischer Entwicklungen, deren Mannigfaltigkeit dadurch beschränkt und deren Form für die Anwendung auf die Wirklichkeit mehr oder weniger brauchbar wird. Es ist hoffnungslos, das mathematische Denken mit dem gegenständlichen gleichartig zu machen oder gar das letztere auf das erstere zurückzuführen.

Eine weitere Aufklärung bringt diese psychologische Begründung des Logischen über den Inhalt und Umfang der Begriffe. Das sind, wenn wir nur die Genese berücksichtigen, keine den Begriffen als solche zukommenden Determinationen. Der Umfang bezeichnet einfach den oder die Beziehungspunkte für eine Aussage, also für den Begriff, und der Inhalt sinngemäß das Ausgesagte. Daraus folgt, daß die sogenannten Begriffsverhältnisse, die sich so anschaulich in Kreisen oder so ähnlich darstellen lassen, nichts anderes als Umfangsverhältnisse sind. Nicht ein Begriff als solcher ist dem andern übergeordnet oder untergeordnet, sondern der Umfang seiner Anwendung ist größer oder kleiner als der des andern, wobei die irgendwie geartete Zugehörigkeit der Gegenstände zueinander die Voraussetzung ist. Die Verhältnisse zeigen die Urteilsmöglichkeiten in ihren quantitativen Beziehungen. Disparate Begriffe haben kein Verhältnis. Die Regeln des Folgerns und Schließens lassen

sich dann leicht und sicher aus den Umfangsverhältnissen ableiten. Daß die Logik der Begriffsanwendung trotz dieser Zurückführung auf die psychologischen Tatsachen eine rein formale Wissenschaft wird, tritt hier deutlich genug hervor und konnte nur durch die Vernachlässigung der genetischen Seite der Begriffe (der Induktion oder Lehre von der Begriffsentstehung) so lange undeutlich bleiben. Die Induktion durfte nicht mit Aristoteles auf die fertige Begriffslehre gestützt werden, wobei dann die Begriffe als spezifisch logische Bildungen für sich auftraten, sondern muß auf das einfache, ursprüngliche, begriffsbildende, induktive Denken zurückgeführt, also psychologisch begründet werden, was sofort aufklärend wirkt. Die Induktion begründet die Deduktion. Gerade die Vernachlässigung des Psychologischen hat die Logik so lange zu einem „Koloß mit tönernen Füßen" und zu einem Hindernis für den geraden Fortschritt der Philosophie, ja der Wissenschaft gemacht.

Noch ein Punkt ist von besonderer Wichtigkeit. Auch die Transzendenz, sowie die allgemeinste Denkbeziehung von Grund und Folge beruht auf der gleichen Denkgrundlage, wie es für das beschreibende und beziehliche Denken aufgezeigt wurde. Der Transzendenzgedanke ist die Negation des im Urteil liegenden Realitätsgedankens und erschließt keinen neuen Inhalt. Wir gelangen mit dem „an sich" ins Leere, und hier hören die weiteren Prädizierungsmöglichkeiten auf. Ein gegenständliches Absolutes verschließt sich uns, so sehr wir auch auf formallogischem Wege diese Idee zu formen und unserer Sehnsucht nach ihrer Erkenntnis Ausdruck zu geben verstehen. Wir erreichen nur das Bewußtsein der Grenze menschlicher Erkenntnis. Nicht ganz so negativ endet für uns das auf die Totalität des Gegebenen angewandte Grund- und Folgeverhältnis. Neben dem auf die Dinge gerichteten Satz der Kausalität und ihm übergeordnet besteht die notwendige Forderung eines zureichenden Grundes für jede Behauptung, welche gleichbedeutend ist mit der Forderung der Begreiflichkeit der Dinge und der Möglichkeit, zu gültigen Urteilen überhaupt zu kommen. Die im induktiven Denken nach festen Gesetzen gefundenen Wahrheiten müssen sich begründen lassen und treten dadurch in ein nach Gründen und Folgen geordnetes System der Erkenntnis ein. Grund und Folge betreffen nicht die Dinge unmittelbar, sondern die in organisierten Gehirnen möglichen Gedanken in

ihrer Abhängigkeit voneinander. Der Sprachgebrauch schwankt. Wenn ich nach dem Grunde einer Störung etwa des elektrischen Betriebes suche, meine ich in Wirklichkeit die Ursache, die in der Verkettung des Geschehens ihn herbeiführt. In der theoretischen Auseinandersetzung wird daraus der Grund. Dadurch hört also die Beziehung auf das Gegebene nicht auf, aber in der Darstellung wird das System als Denksystem frei und scheint uns leicht über den Wassern zu schweben. Die Wahrheit stellt sich in sich selbst als letzte Realität dar, obschon sie ganz auf den früheren Prozessen beruht. Die Gesetze von Grund und Folge liegen schon seit Aristoteles, wenn auch isoliert abgeleitet, in den Schlußregeln, die auf die Begriffsverhältnisse zurückführbar sind, und beruhen auf dem selbstgewissen und schließlich ebenfalls psychologisch begründeten Satz, daß die Folge der Folge auch Folge des Grundes ist. Dieser formale Satz führt dann endlich zu der Forderung eines höchsten oder letzten Grundes für ein dem Denken unterworfenes System der Wirklichkeit, also doch schließlich zu einem formalen letzten Abschluß, der aber, wie Kant sagt, nie zu einer gegenständlichen Erkenntnis führt. Das ist hier nicht das Wesentliche, wesentlich ist hier nur der Nachweis, daß diese höchste Idee keineswegs aus den Gegebenheiten in eine neue irreale Welt fortleitet, sondern daß wir im Gegenteil auf dem natürlichsten Wege, der ja darum kein „naturalistischer", oder gar Sinnliches einschließender ist, sich als notwendiger Abschluß für jedes Denksystem erweist. Der formale Begriff des höchsten Grundes hat zur gegebenen Welt also zunächst eine Beziehung dadurch, daß die ganze Reihe der Gründe und Folgen in sich zurückgeht auf die gegebene Welt. Damit hört der Vorwurf, daß ein solcher Gottesbegriff leer sei, von selbst auf. Den volleren Inhalt kann der Begriff nur aus den kausal unauflösbaren Formen der Wirklichkeit, auf die wir trotz aller Wissenschaft stoßen, also aus den Zwecken des Seins, soweit wir sie erkennen können, gewinnen. Denn auch das Kausallose, wenn auch nicht das schlechthin Einzelne, ist dem Satz vom Grunde unterworfen, der ebenso wie auf das Kausalsystem auch auf die Totalität des Gegebenen anwendbar ist.

III. Wenden wir uns zu den ethischen Fragen, so ist hier die Behauptung, daß eine Begründung der Prinzipien des Handelns sich auf eine Kenntnis des wirklichen aktuellen

Handelns, also auf seine psychologische, richtiger biologische Grundlage stützen müsse, keine ungewöhnliche; aber doch erst in der neueren Zeit ist die psychologische Kenntnis über das, was die gewöhnliche Selbstbeobachtung lehrt, weit hinaus gegangen. Durch bloße Selbstbeobachtung läßt der handelnde Mensch sich nicht erforschen, ebensowenig wie durch bloß physiologische Beobachtung der ganze Mensch mit seinen physisch-psychischen Eigenheiten erforschbar ist. Die Einseitigkeit der Gegner der umfassenden biologischen Methode tritt bei den Naturforschern und Mathematikern zuweilen noch drastischer hervor wie bei den Vertretern der Geisteswissenschaften, die beispielsweise in der Sprache von selbst auf die Verbindung des Physischen mit dem Psychischen aufmerksam werden, ebenso in der Geschichte. Es ist das nicht anders zu erwarten, wenn wirklich unauflösbar Objektives und Subjektives gleichartig in ihrer Beziehung aufeinander gegeben sind. Mit dem Handeln tritt das Menschenwesen in seiner körperlich-geistigen Doppelbeschaffenheit viel deutlicher hervor wie beim Vorstellen und Denken, das so leicht in seiner Isoliertheit und abgesehen von der physischen Grundlage betrachtet werden kann und zum Teil muß. Wie das Handeln zustande kommt, ist in neuerer Zeit auf dieser breiten Grundlage so vollständig untersucht, daß hier von einem allgemein anerkannten Ausgangspunkt gesprochen werden kann. Triebe und Reflexe deuten die physische Grundlage an, die einen auf innern (organischen) Reizen, die andern auf auslösenden, übertragenen Reizen beruhend. Wir würden gar nicht zum selbstbewußten Handeln, nicht einmal zu koordinierten Bewegungen gelangen, wenn diese Bedingungen nicht auch zu den inneren Erfahrungen führten, mit dem Bewußtsein in Verbindung ständen. Dazu kommen die zahlreichen, ebenfalls nicht ohne körperliche Zustände vorkommenden affektiven Zustände, deren wir (unsere Seele) fähig sind, die ebenfalls, wenn sie auch primär unabhängig entstehen und ebenso gegeben sind, wie die Sinnesvorstellungen durch ihr Bewußtwerden mit den intellektuellen Vorstellungserlebnissen und deren Folgen in Verbindung treten, die trotz ihres grundverschiedenen Ursprungs eine so innige ist, daß sie in der Auffassung wieder als etwas Einheitliches erscheinen können. Leider sind wir über die Art dieser Prozesse noch wenig unterrichtet, so klar auch die Tatsachen von der einen wie von der andern Seite vorliegen; einiges Wertvolle hat die Psycho-

reflexologie und auch die Psychoanalyse beigebracht. Also Triebe, Reflexe und Affekte sind die Grundlagen allen Handelns, aller geordneten Bewegungen, wie wir sie im Leben sehen und wie sie schließlich in den allgemeinen Erscheinungen des Geisteslebens, in Geschichte und Kultur zur Formung gelangen. Nicht aus gesonderten, Kulturformen erzeugenden, Akten geht das geschichtliche geistige Leben hervor, nicht aus einem, wohl gar überindividuellen Normbewußtsein von objektiver Gesetzmäßigkeit oder dergleichen, sondern es ist eine Folge der Erlebnisse des Zusammenlebens und Aufeinanderwirkens der in sich abgeschlossenen, menschlichen Individuen. Die Quelle bleibt das natürliche Erleben der Einzelnen in der gegebenen, geradezu unübersehbaren Mannigfaltigkeit aus dem ewig sprudelnden Urquell des Gefühlslebens. Es bedarf in keiner Weise neben der synthetischen und analytischen Apperzeption neuer Annahmen von besondern, diese neue Welt gestaltenden Kräften und Gesetzen. Solche werden ohne Not nach den Wirkungen in die Tatsachen hineingetragen, sind nirgends empirisch feststellbar. Auch hier kann einzig die spekulationslose und sorgfältige Erfahrung entscheiden. So viel Vertrauen sollte die Psychologie allmählich genießen. Die Geschichte ist das weite große Gebiet, wo die wirkliche Entwicklung beobachtet werden kann. Dabei ist von ausschlaggebender Bedeutung die unerschöpfliche Mannigfaltigkeit jener individuellen subjektiven Grundlage. Schon in der unorganischen Natur tritt uns eine Gestaltungskraft gewaltiger Art entgegen, welche in der Menge der uns bekannt werdenden Lebensformen (Art und Gattungsformen) ihr Maß hat, aber nicht durch die gesetzlichen Beziehungen der Elemente erklärt werden kann. Noch viel reicher und dabei uns bekannter ist die natürliche Grundlage menschlicher Beziehungen, wie sie in den Einzelnaturen ihren Trieben, Affekten, Gefühlen angelegt ist. Sie sind uns ihrer Natur nach aus eignem Erleben bekannt genug, wenn auch der Weg bis zur Formung jener sinnvollen Endgebilde, wie sie uns die Kulturgeschichte vor Augen stellt, ein außerordentlich verwickelter ist.

Das ist entscheidend für den viel mißbrauchten Begriff der Wertung. Die Unzulänglichkeit der atomistischen Psychologie hat die Folge gehabt, daß die Wertung als Grundlage der geistigen Erscheinungen zu einem aus der allgemeinen Psychologie losgelösten besondern Erklärungsprinzip, ja Grundprinzip hat gemacht werden können. Werten können wir aber nichts,

was nicht in primärer Wirkung im Gefühl nach der positiven oder negativen Seite sich hat erleben lassen, und das Werten besteht auch wieder nur in der verbindenden Apperzeption des gefühlten Wertes mit der betreffenden Reizvorstellung; das ist das Werturteil, und andere gibt es nicht. Nach solchen Werturteilen handeln wir und bringen auch die objektiven Kulturwerte hervor. Schon wenn zwei Individuen zusammen leben, folgen daraus Werterfahrungen des Zusammenlebens. Diese können fortgebildet werden und liegen bei Erfahrungen in größerem Maßstabe den gesellschaftlichen Bildungen zugrunde. Aus den primären Werterfahrungen ergibt sich die Möglichkeit eines bewußten Aufbaues wertvoller Gebilde. Wie das im einzelnen geschieht, ist die große Aufgabe der Geschichte oder geschichtlichen Soziologie festzustellen. Wir sind also wirklich, wie Aristoteles sah, Gesellschaftswesen.

Dabei beobachten wir hier sogleich für die Einzelnaturen in den verschiedenen Zeiten reiche Entwicklungsmöglichkeiten, die mit der intellektuellen Entwicklung aufs engste zusammenhängen. Der Mensch der Renaissance fühlt anders wie der der Antike, wie ihm seine Gottheit anders vorschwebt als jenem, der im religiösen Empfinden noch an sichtbare, menschenähnliche Gestalten gebunden ist. Und doch stammt das religiöse Gefühl als ein allgemeines Gefühl der Ehrfurcht oder der Unendlichkeit oder Abhängigkeit selbst aus derselben Quelle in allen Zeiten, erhält aber durch die intellektuelle Umgestaltung notwendig überall seinen besondern Ton. Ich unterwerfe mich im Gefühl einem verwandten Wesen in ganz andrer Art als einem völlig anders gearteten, etwa einem furchtbaren Machtwesen, das Zauberkräfte besitzt, oder einem abstrakten übermenschlichen und überirdischen Geistwesen, das mein Seelenheil begründet, oder schließlich einem nur in transzendentem Gedankengang mir zugänglichen höchsten Grunde der Dinge als Ausdruck der Unzulänglichkeit menschlicher Macht und menschlichen Erkennens. Und doch entstammen alle diese unendlichen Verschiedenheiten aus dem innersten Wesen unserer bewußten Natur, aus dem ewigen Urquell des Seelischen, eine Erfahrungstatsache, die durch die Annahme einer substanziellen Seele nur verdunkelt wird. Der Reichtum unserer inneren Erlebnisfähigkeit, unserer affektiven Seite ist um so erstaunlicher, je gesetzmäßiger und geordneter schließlich die Verbindung der Gefühle mit unserm intellektuellen Vorstellungsleben sich uns darstellt.

Wir dürfen nicht vergessen, daß schon ein langer Entwicklungsprozeß des Individuums vorliegt, wenn wir mit einiger Sicherheit aus seinen Handlungen seine innerste Denkweise, sein mit dem Fühlen in Einklang stehendes Denken (seinen Charakter) erschließen zu können meinen, und manche uns unverständlich dünkende Handlungsweise eines uns sonst bekannt erscheinenden Mitmenschen erklärt sich, wenn wir von früheren Erlebnissen, auch solchen der Kindheit erfahren, die uns bis dahin fremd waren. Mit so aus ursprünglichen Gefühls- und Vorstellungserlebnissen gewordenen Menschen, mit organisierten Wesen individuellen Charakters haben wir es zu tun, wenn wir nach den Prinzipien des Handelns, auch nach den Prinzipien gesellschaftlicher Lebensformen fragen. Das Selbstbewußtsein ist also auch hier kein ausreichender und unverdächtiger Zeuge; es sagt nur selten über seine Genese unmittelbar aus, sondern nur über das gewordene Endergebnis, das augenblickliche Empfinden. Wenn wir uns häufig genug auf das Gewissen hingewiesen finden als die Quelle sittlichen Urteilens und Handelns, so wird dies für den Einzelnen durchaus der entscheidende Faktor sein können, braucht es aber trotz dieses Selbstzeugnisses darum nicht allgemein und primär zu sein. Die verurteilende Stimme nach der Tat kann sogar ganz fehlen, auch wenn die warnende Stimme vor der Tat deutlich gesprochen hat. Mit so vielseitig entwickelten und schon erfahrenen Menschen müssen wir aber bei allen ethischen Untersuchungen rechnen; die Jugendlichen bilden einen besonderen Fall, und die Geschichte und Kulturgeschichte hat es erst recht mit einer Menschheit von vielfältigster Erfahrung zu tun.

Wichtige ethische Streitfragen lösen sich bei Berücksichtigung dieser offen vorliegenden psychologischen Tatsachen. Hier können nur einige Punkte behandelt werden.

Die Immanenz aller ethischen Gesetze und Normen, welche in neuerer Zeit zumeist, wenn auch zuweilen widerwillig, zugestanden wird, ist eine notwendige Folge dieser Voraussetzungen, die sich an die einfache Wirklichkeit halten. Im Grunde ist auch Kants Absicht in der Kritik der praktischen Vernunft vielmehr, die Immanenz des Sittengebotes, die Autonomie, einzuschärfen, als eine inhaltliche Lehre zu entwickeln. Der Mensch gibt sich selbst das höchste Gebot, und Kant geht so weit, jede Zweckbetrachtung für unwesentlich zu erklären, für materielle Einmischung und darum für heteronomisch und

verdächtig. Das beruht auf einer Verkennung des vollständigen Tatbestandes. Die Immanenz des Sittengesetzes ist eine notwendige Forderung jeder weitsichtigen biologischen Betrachtungsweise. Wären wir keine vernünftigen (zielfindenden) Lebewesen, hätten wir unmöglich eine vernünftige und Vernunft fordernde Ethik. Wer also unter Gewissen nichts weiter als diese allgemeine Anlage versteht, hat durchaus das Recht, das Gewissen zur höchsten Instanz zu machen; aber nicht wer aus dem Gewissen etwas überpersönlich Abstraktes macht und bestimmte letzte Lebensregeln und die innere Gebundenheit an diese folgert. Denn das Gewissen ist vielmehr Folge als Ursache dieser. Die Dinge sind auch hier viel verwickelter, als die einfache Lebensaussage eines in sich mehr oder weniger gefesteten Menschen es erscheinen läßt. Die Bildung des entwickelten sittlichen Menschen setzt die innere Bindung an die überindividuellen Zwecke des Lebens voraus. Damit ist der so lange verbannte und verkannte Zweckbegriff in unsere Weltansicht notwendig wieder einzuführen. Daß es Zwecke gibt, liegt sowohl in der Natur wie im Geistesleben fast sichtbar vor uns, und das Streichen des Zweckbegriffs hat so manchen Irrtum in der Philosophie erzeugt, was auf die Vorherrschaft des mechanischen Denkens, das selbst in der Naturerklärung heute vielfach versagt und keineswegs mit Kausalerklärung gleichzusetzen ist, zurückzuführen ist. Es war ein Irrtum Kants, zweckmäßiges Handeln als von vornherein heteronomisch von der Ethik auszuschließen und dafür auf einen in der Luft stehenden kategorischen Imperativ, eine abstrakte transzendente Stimme, ein Abbild heteronomer göttlicher Gebote sich zu berufen und dadurch die Pflicht zu etwas Übernatürlichem zu machen. Ganz im Gegenteil dazu ist in Wirklichkeit der seine Pflicht, auch im hohen Kantschen Sinne erfüllende Mensch der die menschliche, ihm auf natürlichem Wege gewordene Natur voll und ganz entwickelnde, es ist der relativ vollkommene gegenüber dem einseitigen Teilmenschen, es ist der auch die letzten Zwecke des Daseins berücksichtigende und damit der freie Herrenmensch gegenüber dem triebhaften Herdenmenschen; nicht im politischen oder aristokratischen Sinne, denn ein solcher Höhenmensch kann jeder politischen Verbindung und jedem Stande angehören, es ist der im reinsten Sinn religiöse, vollreife Mensch, im Unterschiede zum Nützlichkeits- oder Verstandesmenschen, es ist der Vernunftmensch, wenn wir unter Vernunft

die Fähigkeit zur höchsten Geistigkeit, die Fähigkeit der Umspannung aller möglichen Folgen der Handlungen in sittlicher und intellektueller Beziehung verstehen, deren die menschliche Natur fähig ist. Ein solcher besitzt die höchste und vollendetste Natürlichkeit. Das ist etwas anderes als Materialismus und Psychologismus; denn diese entstehen nur da, wo falsche, der psychischen Wirklichkeit unnatürliche Methoden, wo mechanische Betrachtungsweise anstatt der genetischen auf die geistigen Erscheinungen angewendet werden, wo nicht die umfassende Psychologie der vollen Wirklichkeit, sondern eine rationalistische, theoretische Psychologie gelehrt wird und der Gedanke an „die" Seele die Psychologie beherrscht.

Die Anwendbarkeit und notwendige Anwendung des Zweckbegriffs bedarf aber einer weiteren Erläuterung und Rechtfertigung. Unser Handeln wird von Motiven beherrscht und richtet sich auf Zwecke. Die Motive sind die Kausalmomente des Handelns, die Zwecke drücken den erstrebten Erfolg aus. Jene bestehen allein in den Gefühlen und Affekten, sie sind der motorische Bestandteil. Damit ist alles Handeln in den allgemeinen psychophysischen und kausalen Lebenslauf gezogen. Denn nur das gefühlsmäßig motivierte Handeln existiert, es möchte denn ein durch Übung mechanisiertes sein, das den Namen dann aber als solches nicht mehr verdient. Auch der erreichte Zweck kann ein Gefühl auslösen. Dann ist aber jenes motivierende Gefühl von dem Erfolggefühl der Befriedigung oder Nichtbefriedigung zu unterscheiden. Der genauere Einblick in die Gefühlsverschiedenheiten und das Gefühlsleben wird hier in Zukunft, so ist zu hoffen, noch deutlichere Aufklärung bringen. Wer fälschlich nur Lust und Unlustgefühle unterscheidet, wird nur allzuleicht die Lust, die mich reizt, und die Lust an dem Erfolg vermengen. Das allgemeine Gefühl der Befriedigung über einen erreichten Zweck ist aber etwas ganz anderes als das zum Handeln treibende Gefühl der Trieb- oder Affektvorstellung. Die Zwecke des Handelns sind also nicht Gefühle der Befriedigung oder Mißbilligung; diese stehen als Folgen des Erreichten selbständig da und bilden ein wichtiges Glied in der Weiterentwicklung der Zielsetzung, wie jeder an sich erlebt, der über seine oft vorher in seinen Wirkungen sehr ungewisse Erfolge nachträglich die besten Erfahrungen macht und in seiner Handlungsweise fortfährt. Das Ziel selbst ist die bewirkte, durch das Handeln ermöglichte Sache, das der

Vorstellungs- und Begriffswelt angehört. Unser Handeln hat gewollte Folgen; das ist bei der einfachen koordinierten Bewegung die gewollte Bewegung, beim verwickelten Handeln in den verschiedensten Tagesaufgaben, welche uns gestellt sind oder die wir erwählen, alles was wir zu der Verwirklichung der Formen des gesellschaftlichen Lebens beitragen, also der Dienst an Familie, Gesellschaft, Staat, Wirtschaft, Recht usf. So gibt es kein Handeln ohne Zweck, aber der Zweck ist nach ganz eindeutiger psychologischer Analyse nicht die Ursache der Handlung, denn das sind die mit den Trieben und Affekten gegebenen Gefühle, die eigentlichen motorischen Vorgänge. Vom Willen dürfen wir im eigentlichen Sinne nur dort sprechen, wo die möglichen Ziele und Folgen des Handelns oft nach längerer Überlegung durch die Apperzeption als zusammengehörig mit den motivierenden Gefühlen verbunden sind und so zu diesem bestimmten Tun führen. Wille ist ein abkürzender, zusammenfassender Name für die ganzen Reihen solcher auf intellektuelle Weise vermittelten Gefühlsreaktionen und kein einfaches in sich allein begründbares Geschehen. Es gehört zur Willenshandlung nicht bloß der feste wohlüberlegte Entschluß, sondern auch ein Bewußtsein von der Bedeutung der Handlung während und nach der Ausführung. Willensschwache und vorschnelle Menschen sind es, die handeln und nachträglich, wenn sie die Folgen sehen, sagen, das habe ich nicht gewollt. Wer wirklich will, muß auch die Folgen vorher sehen, natürlich in dem Maße, wie sie aus der Handlung selbst und nicht aus unübersehbaren Nebenumständen hervorgehen, die Folgen in Form der Ziele oder Zwecke.

Zu den kausalen Gliedern gehören aber die Zwecke zunächst nicht, nur im beschränkten indirekten Sinne. Der Zweck muß motiverzeugend gewirkt haben und wird insofern ein Glied in einer Kausalreihe. Das kann er nur als Vorstellung von einem künftigen Vorgange, bei dessen Erzeugung das Handeln mitwirkt. Aber das als Motiv wirkende Ziel bringt dies nicht selbst hervor, es wirkt nur auf die Menschen zur Erzeugung der für die Erreichung des Zieles nötigen Mittel oder Bewegungen. Damit gelangen wir zu der eigentümlichen Stellung der Zwecke. Wir müssen die vorgestellten Zwecke und die im Gefüge der Dinge liegenden Zweckformen unterscheiden. Denn die gemeinten und zum Motivgefühl führenden Endziele sind nur ideeller Art und sind nicht unmittelbar Folgen des kausal

bedingten Handelns. In den Naturvorgängen ist diese Anschauung geläufiger. Wir glauben die physiologischen Vorgänge etwa in den Zellen bis ins einzelne zu kennen, darum ist ihre Folge doch mehr als ihre Summe, sie schließt die formhafte Existenz als Zweck des Lebensvorgangs der Zelle ein, von der wir vor der exakten Untersuchung abstrahiert haben. Das Leben ist mehr als die exakte Summe des Einzelgesetzlichen. Ebenso ist das Endergebnis unserer Handlungen mehr, als diese selbst in ihrem kausalen Verlauf bedeuten. Wir erleben hier auf dem Gebiet der Zwecke das, was die Atome erleben könnten, wenn sie Bewußtsein hätten, und eine Kenntnis der ganzen Folgen ihrer Reaktionsweise. Solche Endzwecke des Handelns sind die Kulturformen, die wir erzeugen, selbst vielfach gegen oder ohne unsern bewußten Willen. Aus dem Zusammenleben der Menschen geht stets eine soziale Form der Zusammenexistenz hervor, sie mag noch so primitiv sein, von der Horde bis zum geordneten Rechtsstaat. Alle solche Formen bestehen durch das Zusammenwirken des Handelns der Einzelnen. Zu Zwecken im subjektiven Sinne werden sie erst, wenn sie als Folgen bewußt werden, auch dann erst entsteht jene vollendete Willenshandlung, etwa bei der Mitarbeit an der Entwicklung einer bestimmten Lebensform. Ein Ding ist in gewissen Grenzen als reales, fertiges Ding und Ausgangspunkt meiner Erkenntnis gegeben. Ein ideelles Ding wie der Staat kann nicht eher gegeben sein, als es durch die zweckvolle Tätigkeit der Menschen hervorgebracht ist. Es ist aber nicht mit Händen gemacht. Schöpferisch ist das menschliche Handeln, insofern es Realitäten ideeller Art erzeugt, und diese ideellen formalen Realitäten und Bildungen können dann wieder auf uns und unser Gefühl Eindruck machen. Es liegt also in der Natur der Dinge, daß das motivierende Gefühl zwiefach da ist, sowohl bei den produktiven, die Formen erzeugenden Handlungen als bei den Entschlüssen zum Dienst an diesen Bildungen, und daß die Formen selbst daneben bestehen. Die Formen oder Zwecke sind also empirisch nur als gewordene, auf dem Kausalgeschehen beruhende, aber nicht in die Kausalreihe eingehende zu erfassen. Sie gehören zu den Restbestandteilen des analytischen kausalen Denkens. Zu bewußten Inhalten des Wollens können sie nur auf Grund der Erfahrung werden, ohne dadurch in das Kausalgeschehen direkt (ontologisch) eingeführt zu werden.

Das bewußte ethische Handeln ist uns nicht leicht gemacht.

Ein absoluter kategorischer Imperativ wäre bequemer. Die ideellen Zwecke sind den meisten Menschen lange oder überhaupt unbewußt oder nur unklar bewußt. Den durch die philosophische Überlegung auf Grund der psychologischen Analyse Aufgeklärten müssen die Zwecke dann zu den eigentlichen, nicht dem einzelnen Individuum unterworfenen Richtung und Sinn gebenden ethischen Inhalten des Handelns werden, zu sittlichen Geboten. Denn wer den Zweck will, muß auch die Mittel wollen. Sie sind nur deswegen transzendent und haben die Würde des Absoluten, weil es sich um die durch das Kausalgeschehen selbst nicht erklärbaren Daseinszwecke handelt. Der Sinn des Lebens besteht darin, daß wir diese Zwecke realisieren; erst dadurch werden wir frei handelnde moralische Wesen, wir werden mehr als bloß der Sinnenwelt angehörende Menschen. Diese Zwecke stellen die Vollendung nicht bloß der menschlichen Einzelnaturen, sondern auch der des menschlichen Gemeinschaftslebens dar. Der höhere Zweck erhält sein Maß durch die untergeordneten und umgekehrt, das Wohl des Individuums muß zusammenbestehen mit dem Wohl der staatlichen, nationalen, menschlichen Gemeinschaft. Daß die Zwecke sich gegenseitig ausschließen können, ist das ewig Tragische in der Ethik. So, wenn das Töten des Nächsten zur Pflicht wird, in der Selbstverteidigung oder dem Kriege. Ein rein egozentrischer Standpunkt schließt sich von selbst aus. Denn jeder Einzelne ist an sich gleich dem andern ein Zweck des Lebens, und allen sind die höheren Zwecke übergeordnet.

Nicht die Verbindung der uns bekannten Kausalverknüpfungen in der Wirklichkeit, ebensowenig wie etwa besondere psychologische Akte bringen die Formen der Natur, oder die Formen des sozialen Lebens direkt hervor. Wir können auch sagen, das Kontinuitätsgesetz hat hier keine Geltung mehr, ebensowenig wie zwischen den nicht aufeinander zurückführbaren Abstraktionsgebieten des Gegebenen. Sehen wir auf den Inhalt dieser eigentlichen Zwecke, der durch das Leben bedingten Formzwecke, so sind sie allein der Maßstab des Handelns, die eigentlichen Gesetze und Normen, auf denen die ethischen Imperative beruhen. Das höchste objektive Gut, das höchste Ziel ist das Handeln im Sinne der höchsten umfassenden Zweckidee. Nennen wir die vollendeten Zweckformen des Lebens das Gute, so ist auch nach dieser Anschauung das Gute für uns der Sinn des Lebens. Es wäre kein Einwand, wollte

man auch dem Bösen, Schlechten, Übeln eine Form zusprechen und diese als Form dem Guten gleichwerten. Umgekehrt ist das Böse vielmehr dann dem Guten gleich, wenn man beide in hergebrachter Art nur dem Kausalgesetz unterworfen denkt und damit der gleichen Notwendigkeit das Böse unterwirft wie das Gute, was eine ganz unvermeidbare Folge der hergebrachten Kausalanschauung ist und in der Folge einer richtig durchdachten materialistischen Geschichtsauffassung auch zum Ausdruck kommt. Es fehlen dann die Ideale und jede höher wertende Anschauung. Woher sollte aber eine solche kommen, wenn sie nicht auch immanent in den Dingen enthalten wäre? So stellt das Unvollkommene, Böse, Krankhafte nur die Abweichung von dem Normhaften und Vollkommenen dar und wird darnach von uns beurteilt. Hier setzt auch die Kausalbetrachtung wieder ein, wenn wir nach Abstellung der Übel fragen. Es fehlt dann an den normalen Bedingungen für die Entstehung der Formen oder des Guten. Das Normhafte ist nichts anderes als das immanent Zweckvolle. Warum das Zweckwidrige neben jenem überhaupt vorkommt, hat noch keine Theorie zu erklären vermocht; hier hört wie bei allen Existenzfragen die Beantwortung auf. Wir müssen uns schon mit der Wirklichkeit und der in ihr möglichen Befriedigung begnügen. Die höchste Zweckerfüllung ist die höchste Daseinsbefriedigung, und wir haben die hohe Aufgabe, diese zur Realisation zu bringen, in ihrem Dienste zu stehen.

IV. Die Einsicht in die ausnahmslose volle Gegebenheit der äußern und innern Welt und die Aufklärung über die auf Abstraktion beruhende Teilung der Erkenntnisgebiete und das Vorhandensein immanenter Zwecke oder Enderfolge führte uns zu dem endgültigen Verzicht auf die alte metaphysische Forderung einer einheitlichen Seinsgrundlage für unsere philosophische Einstellung. Zugleich ermöglichte sie die einheitliche Berücksichtigung der Totalität des Gegebenen als bleibende Beziehung für alle Wissenschaften. Überall haben wir das Wissen auf die eindeutig gegebene Art der Abstraktionsgebiete zurückzubeziehen und uns dabei der Einseitigkeit unserer Stellung für ein bestimmtes Gebiet bewußt zu bleiben. Wer will leugnen, daß es für das hergebrachte Denken meist schon jetzt nicht viel anders bestellt war, ohne die nötige Einsicht in den Grund? Nicht auf die Totalität des Gegebenen nimmt der Physiker, der Chemiker, der Historiker innerhalb seines Forschungsgebietes

Rücksicht, er ordnet sich nicht in das System des Ganzen vorsichtig ein, sondern jene gründen ihre Systeme auf die chemischen und physikalischen, anscheinend substanziellen Grundbegriffe und vergessen dabei die qualitativ so anders geartete gegebene Dingwelt mit ihren sinnlichen Eigenschaften, die als nicht eigentlich wirklich erscheinen; die Geisteswissenschaften, wenn sie überhaupt auf letzte Begriffe zurückzugehen versuchen, nehmen im besten Falle die substanzielle, von der Natur getrennte Seele als Ausgangspunkt des Geistigen an. Die volle Einheit der Welt kann erst wiederhergestellt werden, wenn wir uns der Einseitigkeit des Standpunktes innerhalb der einzelnen, durch Abstraktion entstandenen Teilwissenschaften wieder bewußt werden. Das ist eine Umkehrung der hergebrachten Anschauung und ein Aufgeben aller Ontologien, die allesamt sich nicht imstande erwiesen haben, mehr als ihren beschränkten Standpunkt zum Ausdruck zu bringen, und im Grunde nicht mehr als die Hypostasierung der „logischen Punkte" sind. Damit fallen die meisten hergebrachten metaphysischen Probleme mit ihren gegensätzlichen Antworten als gegenstandslos fort. Es bleibt die gemilderte Frage nach der gegenseitigen Beziehung der verschiedenen Gebiete, deren Nichtbeantwortung dann keine Qual mehr für die Theorie bedeutet. Wenn Objekt und Subjekt zwei grundverschiedene Seiten des Gegebenen sind, so ist es nicht zu verwnudern, wenn sie sich weder im Sinne des Idealismus noch des Materialismus aufeinander zurückführen lassen; im Gegensatz dazu haben wir diese Grundtatsache aller unserer Erfahrung an der Hand der Psychologie einfach festzustellen, haben es also in der Metaphysik auch nur mit feststellbaren Tatsachen, der Beantwortung der Frage nach den nicht weiter analysierbaren Zügen der Welt zu tun. Daß hierzu auch die Zwecke gehören, gibt dieser Weltansicht einen sinnvollen Abschluß. Es ist durchaus keine Denknotwendigkeit, eine zwangvolle Einheit durch das Denken zu stiften. Denknotwendig ist aber die Anerkennung der Wirklichkeit. Unser Bild der Welt wird wieder bunter und schöner, die Nachtansicht zieht sich zurück, sie gilt auch des Tages, aber in einer Beschränkung, die das Licht der Tagesansicht nicht mehr stören kann. Man würde voraussichtlich trotz aller Warnung wieder mißverstanden werden, wenn man zur Begründung hinzufügte, die Nachtansicht sei ja nur für unsern analysierenden Verstand vorhanden. Sagen wir also, sie ist die Art, wie uns für die abge-

sonderten Gebiete die Dinge bei genauer Analyse sich darstellen. Die Tagesansicht bleibt die unmittelbar wirkliche Welt, die Nachtansicht bedeutet für die einzelnen abstrakten Teile dieser einen Welt eine eindringlichere, zum Handeln unentbehrliche, aufklärende, in die Tiefe und deren Dunkel dringende, über die Sinnenbildnisse hinausgehende notwendige Denkauffassung. Ein Widerspruch entsteht nur, wenn wir uns der leicht auffindbaren Genese des Begrifflichen aus dem Gegebenen nicht bewußt werden. Nur die Philosophen neigen noch immer dazu, sich über die natürlichen Grenzen einseitig hinwegzusetzen und von einem Standpunkt aus den andern zu meistern. Die Materie soll durchaus etwas Geistiges oder der Geist durchaus etwas Materielles sein und so fort.

Wo solche Grenzverrückungen versucht werden, dürfen sie nicht aus spekulativem Eigendünkel herausstammen, sondern müssen sich, wie alles, was in eine wissenschaftliche Weltanschauung eingeht, auf Tatsachen stützen und unsere bisherige Weltkenntnis erweitern. Darüber kann nur die Zukunft belehren. Vorläufig heißt es, die Grenzen feststellen, nicht absolute Grenzen, wie es einst versucht ist, sondern tatsächliche Gebietsgrenzen. Das ist die Aufgabe der Metaphysik, das weitere muß sich finden. Daß das Einheitsbedürfnis unseres Denkens sich einmal anders befriedigen lassen wird als durch die transzendente Idee der im Zweckzusammenhang zusammenklingenden Einheit des Ganzen, ist nicht anzunehmen.

Um so verkehrter ist der heute sich wiederholende Versuch, die psychophysische Gegebenheit des Menschen und der Natur zu leugnen und für die verschiedenen seelischen Tätigkeiten verschiedene Unterlagen zu ersinnen. Das weite Gebiet des Unterbewußten ist voll verständlich durch die Tatsachen der Hemmung, durch die Eigenart des Zurücktretens unbeanspruchter Bewußtseinsvorgänge gegnüber den im aktuellen Zustande sich befindenden; im Unterbewußtsein regt sich nichts, was nicht auch im vollen Bewußtsein erlebbar ist oder erlebbar gewesen wäre. Ebenso unberechtigt ist die Neigung, für das Geistige neue Annahmen zu machen und den objektiven Geist dem subjektiven Geist als etwas Besonderes gegenüberzustellen. Es gibt keine geistige Leistung, die sich nicht aus der allgemeinen psychologischen Natur des lebendigen Menschen voll erklären ließe. Man darf nur nicht unter Erklären ein Einordnen in einen konstruierten mechanischen Zusammenhang

seelischer oder materieller Art, oder beider verstehen. An die Stelle solcher aus der Mechanik, die heute selbst in den Naturwissenschaften ihre Einschränkung findet, herübergeholten Vorstellungen hat die Erklärung durch die Genese, durch die psychophysische Entwicklung des lebendigen Individuums zu treten, und diese Erklärung führt uns ohne Unterbrechung von den Wahrnehmungen bis zu den höchsten Erscheinungen in Kultur und Geschichte, deren Bestand eine ideelle Daseinsform enthüllt, die neben den äußeren Geschehnissen eine geistige Welt, ein überindividuelles, auf dem Zusammenwirken der Einzelnen beruhendes, ideelles, zeitloses Reich des Geistes darstellt, das wir fortzeugend selbst hervorbringen und das gekrönt wird von der zusammenfassenden Idee eines höchsten Zweckzusammenhangs.

Fragt man nach der Ursache, warum die vorgetragene Ansicht, die eigentlich nur eine Aneinanderreihung von Tatsachen darstellt und in welche sich die Ergebnisse aller Wissenschaften leicht sinnvoll einordnen lassen, sich nicht leichter aufdrängt und sogar erheblichen Schwierigkeiten begegnet, so liegt der Grund vornehmlich in der Verhüllung des natürlichen Ausgangspunktes durch die hinzutretenden Gedanken aus der begrifflichen Erfahrung. Das einfache Sinnenweltbild wird ersetzt durch begriffliche Zutaten und selbständig angesehene Aufstellungen, die ursprünglichen Gefühle treten nicht aus ihrer starr gewordenen Verbindung mit den Gedanken heraus, im allgemeinen tritt das ursprünglich Erlebbare zurück hinter später Gewonnenem. Die zur Berichtigung dieser natürlichen Irrtümer und zu leichter Erkenntnis des Richtigen führende psychologische Schulung wird infolge voreingenommener Theorie prinzipiell verschmäht, so daß es nicht zu der auch hier nötigen Erfahrungsgrundlage kommt. Das Zweite ist die natürliche Neigung zur ontologischen Festhaltung der in einem Gebiet scheinbar gefundenen letzten Seinselemente, also die Neigung zur alten Metaphysik und das hieraus sich ergebende, immer erneuerte Streben nach Einheit im Denken. Obschon die Durchführung dieses durch die Kritik des Substanzbegriffs schon unmöglich gewordenen Standpunktes nur gelingt durch gewaltsame Überspringung der offenbarsten Widersprüche, bemerken wir über der Freude an der Einfachheit diese Unmöglichkeiten nicht aus dem dritten Grunde, der ebenfalls ein psychologischer ist: es ist die Hemmung, die im Denken überall von traditio-

nellen Vorstellungen auf die übrigen, insonderheit die nichtverwandten, ausgeübt wird. Wir müssen uns zwingen, zur Mannigfaltigkeit der in der Erkenntnisaufgabe liegenden Fragen zurückzukehren und dürfen uns nicht durch den einseitigen Fachstandpunkt und von dem ausschließlichen Festhalten an der reinen Kausalitätserklärung und dem mechanischen Vorbild beherrschen lassen, wir dürfen das Weltbild nicht einfacher machen wollen, als der erfahrbaren Wahrheit entspricht. Dann werden wir mit der Befriedigung belohnt, welche aus der neuen Einfachheit entspringt, aus der unerwarteten Gleichartigkeit der Denkaufgabe allem Gegebenen gegenüber und der darin liegenden Grundwahrheit, daß Wissenschaft und Philosophie nichts ist als die Auffassung der gegebenen Welt. Eine einfache klare Gotteswelt in ihrer sinnlichen Schönheit, in ihrer kausalen Vollendung, in ihren zweckvollen Endergebnissen und ihren immanenten hohen geistigen Gütern liegt vor unsern Augen.

Ich fasse in einigen Leitsätzen die richtunggebenden Gesichtspunkte zusammen:

1. Der Einwand des Psychologismus hat nur da Berechtigung, wo eine falsche mechanisierende Methode willkürlich oder unwillkürlich von und mit der Psychologie auf die andern Disziplinen übertragen wird.

2. Ein Zurückgehen auf die allgemeine Psychologie und ihre Ergebnisse ist in diesen vielmehr notwendig überall da, wo es auf die Grundlegung der Prinzipien in Übereinstimmung mit dem umfassenden Immanenzgedanken ankommt.

3. Vorbedingung dazu ist das Verständnis des Psychischen aus der Entwicklung der psychischen Funktionen des Individuums und damit aus der fortscheitenden Organisation des biologischen Menschenwesens, des Trägers aller geistigen Erscheinungen.

4. Die Einzeldisziplinen sind aber nicht etwa restlos psychologisch begründet oder begründbar. Sie haben auch ihre eigenen Prinzipien, deren Natur wesentlich abhängt von der Art, wie im allgemeinen Abstraktionsprozeß jede Einzeldisziplin auf einen mehr oder weniger bestimmten Ausschnitt aus der Wirklichkeit zu beziehen ist.

5. Die Totalität der der Wissenschaft unterliegenden Wirklichkeit ist nicht zu erfassen ohne den über die Kausalitäten hinausragenden Zweckbegriff, dessen Inhalt allein auf die ge-

gebene Wirklichkeit als deren überkausales Endergebnis bezogen werden kann.

6. Der durch den Mißerfolg der atomistischen Psychologie heute hervorgerufene Zurückgang der philosophischen Orientierung, oft bis Aristoteles, hat mehr Übelstände und eine den Bedürfnissen der Zeit und der Wissenschaft weniger entgegenkommende Weltauffassung zur Folge als der bekämpfte Psychologismus selbst, und eine wirkliche Gesundung der Philosophie ist nur möglich bei sachgemäßer Berücksichtigung der wirklichen, nicht engherzig interpretierten Ergebnisse der unbefangen beobachtenden psychologischen Forschung selbst.

(Eingegangen am 14. Februar 1925.)

Literaturberichte.

Arthur Kronfeld, Psychotherapie. Berlin, Julius Springer, 1924.

Ein Lehrbuch eignet sich im allgemeinen nicht für die referierende Darstellung. Die vorliegende Psychotherapie ist nach dem Buch von Schultz über »Seelische Krankenbehandlung« die zweite zusammenfassende Darstellung der modernen psychotherapeutischen Bestrebungen. Als selbständiger Zweig der Psychiatrie ist die Psychotherapie sehr jung. Immer noch wird, trotz der unübersehbar angewachsenen Literatur, nicht nur über die methodischen Einzelheiten, sondern auch über die Grundlagen ein heftiger Kampf geführt. Kronfeld beschränkt sich nicht darauf, die therapeutischen Möglichkeiten auseinanderzusetzen, er baut vielmehr auf eigenen Grundlagen seine eigene Psychotherapie auf.

Sein ärztliches Handeln geht von der Tatsache aus, daß den Kranken nicht sowohl die Krankheit als vielmehr das Leidenserlebnis zum Arzt führt. Diesem Leidenserlebnis ist ohne die psychologische Vertiefung in den Charakter des kranken Menschen nicht beizukommen. Es setzt also jede Psychotherapie eine individuelle Auseinandersetzung mit den Grundproblemen der Psychologie, dem Leib-Seele-Problem im weitesten Sinne, der Charakterologie und Typenlehre voraus. Demgemäß nimmt die Erörterung des Aufbaus der Persönlichkeit mehr als den dritten Teil des Buches in Anspruch. Die Ziele einer Behandlung gehen auf Zurückführung des kranken Zustandes zur Norm aus. Was jedoch im Psychischen Norm ist, kann nicht festgelegt werden. Es bleibt dem Gutdünken des einzelnen Arztes überlassen, ob er sich als Ziel die Wiederherstellung der Erlebnisfähigkeit setzt, oder die soziale Anpassung, oder eine möglichst konkrete Verwirklichung der Idee des eigenen Typus. Die ethische Stellung des Psychotherapeuten, sein Verhältnis zum Kranken gibt ihm eine Sonderstellung unter den Ärzten.

Von bestimmten Methoden wird der Freudschen Psychoanalyse eine kritisch beschreibende, zu wenig eingehende Betrachtung gewidmet. Hypnose und Suggestion werden als wichtiges therapeutisches Rüstzeug gewertet. Sie spielen in jeder Psychotherapie eine wesentliche Rolle.

Der Grundgedanke der Kronfeldschen Psychotherapie wird dahin zusammengefaßt, daß »das Ganze der affektiven Bindungen zwischen Arzt und Patienten in den Dienst der Leidensüberwindung und der Idee des Stärkerseins auch in Lebenskonflikten zu stellen ist«. Die Psychagogik nennt Kronfeld seine Psychotherapie, für deren Anwendung bei einzelnen psychischen Typen und Erlebnisformen er einige Fingerzeige gibt.

Das objektive Lehrbuch der Psychotherapie ist die Kronfeldsche Arbeit nicht, sie bietet aber durch die interessante und wertvolle Stellungnahme eines zielbewußten und verantwortungsvollen Arztes mit reichster Erfahrung und persönlichem Gepräge jedem Psychotherapeuten bereichernde

Anregungen und praktische Winke. Der Grundlegung seiner Psychotherapie kann auch der Psychologe, der gegen psychiatrische Einstellung nicht voreingenommen ist, Interesse entgegenbringen. Jolowicz.

Karl Birnbaum, Grundzüge der Kulturpsychopathologie. München J. F. Bergmann, 1924.

In den »Grundzügen« faßt Birnbaum seine früheren Arbeiten über das Grenzgebiet zwischen psychopathologischen und kulturellen Erscheinungen zusammen. In vorsichtigster Weise und in voller Erkenntnis der Schwierigkeiten bei einer Vermischung natur- und kulturwissenschaftlicher Forschungskreise umgrenzt er das Gebiet dahin, daß die kulturellen Einflüsse auf die Gestaltung geistiger Störungen und umgekehrt der Einfluß geistiger Störungen auf kulturelle Gebilde als Forschungsgebiet der Kulturpsychopathologie in Anspruch genommen wird. Die phänomenologische Betrachtungsweise und die vergleichende Psychologie bilden die Vorbereitungen und die Methoden für das neue Gebiet. Idiographische und nomothetische Forschungsziele verlangen die entsprechenden Forschungsmittel. Die Verknüpfungsweisen zwischen pathologischen und kulturellen Erscheinungen beschränken sich nicht auf das äußere Zusammentreffen, sondern gehen auf innere Affinitäten und Wesensgemeinsamkeiten zurück. Dem Pathologischen wird kulturpsychische Empfänglichkeit und Wirkungsfähigkeit sowie Originalität und Produktivität nachgewiesen. Andererseits haben gewisse Kulturen eine starke Empfänglichkeit für Pathologisches. Aus diesen Wechselbeziehungen ergibt sich eine dauernde Einwirkung der kulturpathologischen Produkte, d. h. etwa der Werke geisteskranker Künstler, auf die Entwicklung der Kultur und des kulturellen Einflusses auf Inhalt und Gestalt der Psychosen.

Dabei wird im allgemeinen das Kulturelle als Wertphänomen, das Pathologische als Minderwert angenommen. Die bisherigen Untersuchungen zwingen dazu, »Pathologisches und Hochwerte nicht länger als sich ausschließende Gegensätze zu betrachten«. Zu bedenken ist jedoch, daß möglicherweise der Wert solcher Kulturschöpfungen nicht von dem Pathologischen, sondern von dem gesundgebliebenen Teil abzuleiten ist.

Die außerordentlich anregenden Gedankengänge von Birnbaum stellen den Versuch einer methodischen Zusammenfassung dar. Sie leiden vielfach unter dem Mangel, daß nur über den Gegenstand, aber nicht von dem Gegenstand gehandelt wird. Es erscheint fraglich, ob die Ergebnisse der Einzeluntersuchungen bereits zur Abgrenzung der Kulturpsychopathologie als eines selbständigen Forschungszweiges berechtigen. Jolowicz.

J. R. Kantor, Principles of Psychology. New York, Alfred A. Knopf, 1924. 473 Seiten.

Kantors Buch will, um der künftigen psychologischen Weiterforschung eine Basis zu geben, tatsächliche, beobachtbare psychologische Phänomene rein deskriptiv darstellen. Durch seinen Titel »Principles of Psychology« sucht es anzudeuten, daß es sich, obwohl eine genaue, sich auch auf kleinste Einzelheiten erstreckende Beschreibung anzustreben ist, wegen der un-

geheuren Mannigfaltigkeit dieser Einzelheiten mit einer verallgemeinernden, aus jener Mannigfaltigkeit bloß das Wesentliche herausschälenden Darstellung begnügen muß. Dieser wird als Haupttatsache der »psychologische Akt« zugrunde gelegt, der eine immer zwei reziproke Phasen, nämlich die des Reizes und die der Reaktion (response), umfassende Einheit bildet. Beide Phasen sind zumeist mehr oder weniger komplex, d. h. aus mehreren Reizen bezw. Reaktionen zusammengesetzt.

Der Reiz »is entirely a functional affair« (S. 47), so daß man die Reizfunktion von dem sie ausübenden Reizobjekte zu unterscheiden hat. Wer auf einem »sound philosophical background (methodology)« (S. 293) steht, hat nach Kantor anzunehmen, daß die Reizobjekte mit ihren sämtlichen Qualitäten und Eigenheiten, auch den Reizfunktionen (S. 48), ganz unabhängig davon existieren, ob wir sie wahrnehmen oder sonstwie auf sie reagieren.

An der response lassen sich elf verschiedene, aber immer zur Einheit verschmolzene Komponenten unterscheiden. Drei derselben (discriminative phase, conative phase, affective factor) charakterisieren sich als psychologisch, als physiologisch dagegen die übrigen acht: die Tätigkeit des Rezeptormechanismus, der zuleitenden peripheren Nervenleitung, der Nervenzentralorgane, der ableitenden peripheren Nervenleitung, des Effektorenmechanismus, der Muskeln, der Drüsen und des Knochenskeletts. Obwohl sämtliche Komponenten an sich gleich wichtig sind und auch in jeder Reaktion als einander koordiniert vorkommen, sind sie darin doch nicht sämtlich im gleichen Ausmaße vorhanden, so daß die Reaktion durch die im Übermaß vertretene Komponente bezw. vertretenen Komponenten besonders gekennzeichnet wird.

Die Reaktionen werden von einem psychologischen Organismus vollführt. Die gesamten ihm eigentümlichen auf spezifische Reize erfolgenden Reaktionen, die gleichsam sein »behavior equipment« bilden, machen die Persönlichkeit aus. Individuelle Differenzen verschiedener Persönlichkeiten sind immer auf Unterschiede von belavior equipments zurückzuführen. Da behavior equipment und Persönlichkeit gleichbedeutend sind, wird auch die Entwicklungsgeschichte der Persönlichkeit durch die von Kantor reactional biography oder behavior history genannte Entwicklungsgeschichte des behavior equipment dargestellt. Die reactional biography schildert drei verschiedene Stadien: das Gründungs-, das basische und das soziale Stadium. Aus dem frühesten, dem Gründungsstadium, während dessen es lediglich mit einigen Reflexen und zufälligen Bewegungen ausgerüstet ist, tritt das Kind sehr bald in das basische Stadium über. Hierin erwirbt es im Schoße seiner Familie und im Verkehr mit seinen Spielgefährten besondere fundamentale Reaktionen, deren manche für das Individuum lebenslang typisch bleiben. Im sozialen Stadium endlich werden durch die komplizierten sozialen und kulturellen Einrichtungen besonders zahlreiche, äußerst komplizierte Reaktionen hervorgerufen.

Durch einen noch erscheinenden zweiten Band wird Kantor sein schon jetzt sehr reichhaltiges Werk weiter ausbauen. Darüber jedoch dürfte er sich täuschen, daß wir »that bleak period of subjectivistic psychology« (S. 21) glücklich hinter uns haben und daß nunmehr sämtliche Psychologen als Tatsache anerkennen, es nur mit Reaktionen des menschlichen Organismus auf ein mit allen seinen Qualitäten existierendes physikalisches Objekt

zu tun zu haben, wenn jene Qualitäten wahrgenommen werden. Eine derartige Betrachtungsweise vermag dem Menschen wohl für sein rein praktisches Verhalten weitgehend zu genügen, keineswegs aber, wie auch aus der Geschichte der Philosophie ersichtlich wird, seinem tieferen Erkenntnisstreben. Bergfeld (Leipzig).

Carl E. Seashore, A Survey of Musical Talent in the Public Schools, University of Jowa Studies in Child Welfare, Volume 1, Number 2. 1920. 36 Seiten. 0,25 $.

Seashore untersuchte an Schulkindern beiderlei Geschlechts die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhöhe, Lautstärke und Intervallänge, die Empfindlichkeit für Konsonanz und Dissonanz und das Tongedächtnis. Derartige Untersuchungen sollen namentlich einerseits musikalische Talente frühzeitig entdecken, um sie u. U. auf öffentliche Kosten ausbilden zu lassen, andrerseits Kinder, deren musikalische Talentlosigkeit sich ergeben hat, vor unnützen Quälereien durch übermäßigen Musikunterricht bewahren.
Bergfeld (Leipzig).

Frederick Ward Ninde, The application of the auditory memory span test to two thousand institutional epileptics: a study in relative associability. University of Pennsylvania. 36 Seiten.

Zweitausend 5—50 Jahre alte Epileptiker beiderlei Geschlechts, sämtlich der weißen Rasse angehörige Anstaltsinsassen, wiederholten ihnen von Ninde vorgesagte Ziffernreihen, die aus mindestens drei und höchstens zehn Ziffern so zusammengesetzt waren, daß niemals zwei Ziffern genau ebenso, wie es in der natürlichen oder der zu ihr umgekehrten Zahlenreihe geschieht, unmittelbar aufeinander folgten. Die durchschnittlichen Leistungen der epileptischen Kinder und Erwachsenen waren etwa halb so groß wie die Durchschnittsleistungen Normaler entsprechenden Alters. An den Epileptikern wurden, je älter sie waren, desto bessere Leistungen konstatiert, so daß, im Gegensatz zur fast allgemein angenommenen Theorie, die Epilepsie nicht als eine mit fortschreitender Geistesschwächung verknüpfte Krankheit erkannt zu werden vermochte.
Bergfeld (Leipzig).

Felix Krueger, Der Strukturbegriff in der Psychologie. Jena, Verlag von Gustav Fischer, 1924. 26 Seiten. 1,20 M.

Die vorliegende Schrift, die den Hauptinhalt eines vom Verfasser auf dem VIII. Kongreß für experimentelle Psychologie erstatteten Sammelreferates kurz wiedergibt, weist, an W. Dilthey anknüpfend, darauf hin, daß das psychische Geschehen immer einen ganzheitlichen Charakter trägt. Niemals nämlich sind die Gegebenheiten des Bewußtseins »summenhaft« aufgereiht, sondern immer zu einem Ganzen ineinander gefügt, das als solches eine besondere, über alle Eigenschaften der einzelnen Gegebenheiten hinausreichende Komplexqualität besitzt. Daß diese »mit dem jeweiligen Gesamtinhalte des Bewußtseins und seiner Gesamtkonstellation unmittelbar gegebene« Komplexqualität das Gefühl ist, haben noch sehr wenige Theoretiker

nach Gebühr beachtet (S. 4). Den einzelnen Teilkomplexen, die sich in das Gefüge des Erlebnisganzen mehr oder weniger einbetten, ist ebenfalls eine spezifische Komplexqualität eigen. Sie ist zuerst und am eingehendsten an optisch-räumlichen Gestaltphänomenen untersucht worden.

Es ist nicht zu billigen, daß neuere Experimentalpsychologen ganzheitlich erlebte Teilkomplexe Strukturen nennen. Der Strukturbegriff ist vielmehr erst da zu gebrauchen, wo das Erlebnisganze und seine darin eingebetteten Teilkomplexe, besonders auch in bezug auf die erlebte Ganzheitlichkeit und auf den Zusammenhang der Teilkomplexe unter sich und mit dem Erlebnisganzen, als notwendig begriffen werden sollen. Dann haben wir den psychischen Erscheinungen ihnen gegenüber relativ beharrende, dispositionelle, psychische Anlagen als Teilstrukturen zugrunde zu legen, die gesetzmäßig von einem dispositionellen Ganzen, nämlich der individuellen psychischen Gesamtstruktur, abhängen und ihrerseits wiederum die Ganzheit und die Gliederung der Gesamtstruktur bedingen.

Der Strukturbegriff ist auf exakt beobachtete und verglichene seelische Tatsachen aufzubauen. Hierbei darf die soziale und geschichtliche Bedingtheit alles seelischen Geschehens nicht unberücksichtigt bleiben, so daß sich die Theorie der individuellen psychischen Strukturen zu einer solchen der Strukturen des Gemeinschaftslebens (Volk, Gemeinde, Stand usw.) erweitert.

Krügers geistreiche Schrift läßt erkennen, daß eine exakt ausgebaute Strukturtheorie reichen Aufschluß über das Individuum und sein Verhältnis zur Umwelt verspricht. Man darf daher Krügers Buch über psychische und geistige Strukturen, das in der kurzen, der Schrift vorangeschickten Vorbemerkung angekündigt wird, mit Spannung entgegensehen.

Bergfeld (Leipzig).

U. Gerhardt, Über das Sinnesleben und die Plastizität der Instinkte bei Spinnen. (Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 1924 Bd. 29 S. 64–69.)

Auf Gehörsreize reagierten Argiope bruennichi Scop. und Tegenaria domestica Cl. Für schwach sehende Spinnen spielt der Tastsinn beim Finden der Nahrung und beim Aufsuchen der Geschlechter die Hauptrolle. Artgenossen werden von den meisten Spinnen gegebenenfalls wie andere Beutetiere behandelt. Eine Ausnahme bildet Ero furcata, obgleich gerade diese Art sich nur von Spinnen nährt. Bei Netzspinnen ist im allgemeinen die Nahrungsaufnahme abhängig vom Ablauf der normalen, durch das Eintreffen der Beute im Netz ausgelösten Handlungsreihe (Verf. nennt es »Reflexkette«). Weitgehende Variationen sind jedoch hierbei möglich; auch im Freien zeigen sich bei der Kreuzspinne individuelle Verschiedenheiten. Andere Arten wieder sind starr an den schablonenhaften Ablauf der Instinkte gebunden. Im allgemeinen sind die Instinkte bei vaganten Formen weniger stabil als bei seßhaften, und wiederum bei Arten mit spezialisierterem Netzbau stabiler als bei solchen mit unregelmäßigen Netzen. Gewaltsame Besitzergreifung fremder Nester und sofortige Orientierung in diesen kommt bei manchen Arten häufig vor.

F. Pauli (Leipzig).

E. Uhlmann, Über Pluripotenz, Spezifikation und Entwicklungsbahnen im Bauinstinkt der Trichopterenlarven. (Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 1924 Bd. 29 S. 99—102.)

In der Fähigkeit, verschiedenes Material — außer dem von der betreffenden Art normalerweise benutzten — zum Bau der Gehäuse zu verwenden, finden sich bei den Trichopterenlarven alle Übergänge von einseitigster Spezialisierung bis zu weitgehender Pluripotenz. Innerhalb der individuellen Entwicklung tritt häufig Prävalenzwechsel ein; so gehen manche Arten von der Benutzung vegetabilischer zur Verwendung mineralischer Baustoffe über. Dieser Zeitpunkt tritt um so früher ein, je spezifischer der Bauinstinkt ausgebildet ist. F. Pauli (Leipzig).

O. Koehler, Sinnesphysiologische Untersuchungen an Libellenlarven. (Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 1924 Bd. 29 S. 83—90.)

Die Schnappreaktion der Libellenlarven erfolgt nur auf den von der bewegten Beute ausgehenden optischen Reiz hin. Taktile und chemische Reize können mitwirken, chemische Fernwirkung fehlt jedoch vollkommen. — Versuche, die Tiere auf eine bestimmte Futterfarbe zu dressieren, mißlangen (Farbe der Beute vital bedeutungslos!). Erfolg hatte die Verwendung farbiger Reize als Warnfarbe. Violett gefärbte, mit Chinin eingepulverte Fleischstückchen wurden nach mehrfachem Zuschnappen verschmäht; gelbe wurden angenommen. Vertauschen der Chininvergällung änderte hieran nichts, nachdem einmal die Bindung violett = ungenießbar hergestellt war. Die Form der Beutestücke war belanglos. Dieselben Reaktionen wurden mit Papierkügelchen erzielt, auf graue Kügelchen erfolgte kein Zuschnappen. Außer Violett wurden auch Rot und Grün von Gelb unterschieden. Der strikte Beweis dafür, daß der optische Reiz maßgebend war, wurde durch die Verwendung von Spektrallichtern erbracht. In Bewegung versetzte Lichtflecken wirkten in derselben Weise wie Fleischbrocken oder Papierkügelchen von entsprechender Farbe. F. Pauli (Leipzig).

Max Döring, Pädagogisch-psychologische Arbeiten aus dem Institut des Leipziger Lehrervereins. Bd. 13. Leipzig 1924. 258 Seiten.

Das »Institut für experimentelle Pädagogik und Psychologie« beschränkt sich, wie der Herausgeber betont, bewußt auf Behandlung solcher Probleme, die der pädagogischen Praxis selbst entspringen und deren Lösung von unmittelbarer pädagogischer Bedeutung ist. Dem entspricht es, daß von den acht Beiträgen des vorliegenden Bandes nur einer einen Gegenstand der Psychologie betrifft: O. Kupky (Tagebücher von Jugendlichen als Quellen zur Psychologie der Reifezeit) versucht die Frage nach dem psychologischen Quellenwert der Tagebücher Jugendlicher zu beantworten. Er stützt sich auf sieben ihm vorliegende Tagebücher, findet einen Typus jugendlichen Selbstgenusses, der dem Jugendlichen das Bild des eigenen Wesens verfälscht und somit auch den Wert der Tagebücher fraglich macht, pflichtet aber im ganzen dem ablehnenden Urteil von Tumlirz nicht bei, sondern wünscht eine kritische Ergänzung der Tagebuchmethode nach verschiedenen

Richtungen hin. Wertvoller noch als durch die nicht besonders konsequente Behandlung dieser allerdings entscheidend wichtigen Frage ist die Abhandlung durch die interessanten Tagebuchabschnitte, die sie enthält. Am besten wird das ganze Gebiet gefördert werden durch Veröffentlichung ungekürzter und unverfälschter Tagebücher! Die übrigen Arbeiten betreffen 1. Probleme der Schülerauslese (a—e) und 2. solche der Zeugenvernehmung von Kindern (f - g).

a) Johannes Schlag (Gesichtspunkte für die Begutachtung der Schüler durch die Volksschule) gibt wohlüberlegte und brauchbare Anregungen für die Gewinnung und Formulierung von Gutachten über Schüler, die von der Volksschule in diese höhere Schule übergehen wollen. Das sächsische Volksbildungsministerium fordert, daß der Auswahl der Schüler für diesen Zweck außer dem Zeugnis der Volksschule und der Kenntnisprüfung auch das Gutachten der bisherigen Lehrer und eine Fähigkeitsprüfung zugrunde gelegt werden soll. Für diese an 9—10jährigen Volksschülern stattfindende Fähigkeitsprüfung erprobten b) Marie Thomas und Felix Schlotte einen Bilderbogentest. In eingehender Diskussion und auf Grund von Vor- und Probeversuchen werden Gesichtspunkte für die Bewertung der Niederschriften der Prüflinge über den vorgelegten Bilderbogen entwickelt. Bemerkenswert ist, daß sich die Bewertung nach einem Bewertungsschema als vorteilhafter erwies im Vergleich zu einer summarischen Bewertung jeder Niederschrift als eines Ganzen. Zahlreiche Beispiele verdeutlichen die Stufen und Arten der erzielten Leistungen (Niederschriften). »Tests für das mathematische und naturwissenschaftliche Gebiet« teilt c) Dr. Herbert Winkler mit. Die Tests wollen unmittelbar und nur der Praxis dienen, einige Aufgaben aber scheinen nicht gerade glücklich gewählt zu sein, wie z. B. folgende (S. 106 Nr. 5): Ein Turm ist 50 m hoch. Das ist gerade 20 m höher, als 2 Häuser zusammen hoch sind. Wie hoch ist dann ein Haus? — Die zum Gebiet bereits vorliegende wertvolle Literatur findet weder Verwendung noch Erwähnung. — d) Dr. Paul Schäfer (Beobachtungsrichtlinien für den Übergang von der Volksschule zur Höheren Schule für Frauenberufe in Leipzig) zählt die Arten der in der fraglichen Schule erlernbaren Berufe und die nach Meinung des Lehrerkollegiums erforderlichen Eigenschaften der Schüler auf. Die Arbeit hat berufskundlichen Wert. — e) Richard Kretzschmar (Prüfungsverfahren für die Aufnahme in die Hilfsschule) gibt eine Übersicht über erprobte Verfahrungsweisen, ohne in eine Diskussion über Für und Wider einzutreten.

f) Das sächsische Justizministerium regelte durch Verordnung vom 28. März 1922 die Vernehmung jugendlicher Zeugen in Sexualprozessen dahin, daß Lehrer als Sachverständige zugezogen werden können. Später wurde diese Vorschrift wesentlich erweitert. Notwendig und dankenswert ist darum die Bemühung Max Dörings, »Richtlinien für den kinderpsychologischen Sachverständigen in Sexualprozessen« aufzustellen. Die reichhaltige, zuverlässige und klare Darstellung wird in allen Fällen beste Dienste tun, sie enthält auch manche feine psychologische Beobachtung. Dankenswert ist auch die Sammlung instruktiver Fälle von Kinderlügen (Max Döring, Zur Kasuistik der Kinderaussage und Kinderlüge), die den Schluß des Bandes bildet. Dr. A. Busemann (Einbeck).

Johannes Ilberg, Neue Jahrbücher für Wissenschaft und Jugendbildung 1. Jahrgang 1925 Heft 1. (Teubner.)

In den »Neuen Jahrbüchern« erneuern sich die seit 1826 erscheinenden »Jahrbücher für Philologie und Pädagogik (seit 1855 in zwei Abteilungen für klassische Philologie und Pädagogik getrennt geführt) mit dem erweiterten Programm, beide Abteilungen wieder gemeinsam zu umfassen und außer den bisher gepflegten Gebieten auch die Auslandskunde, die Kunst, die Religionswissenschaft und die Philosophie zu berücksichtigen. Die Namen des Herausgebers und der Mitarbeiter, sowie die Beiträge des ersten, nun vorliegenden Heftes lassen nicht zweifelhaft, daß die »Neuen Jahrbücher« ihre Aufgabe als »verbindendes Organ zwischen Wissenschaft und Schule« erfüllen werden.

Aus dem reichen und schönen Inhalt des ersten Heftes seien hier erwähnt: Das Problem der Pädagogik bei J. G. Fichte (Georg Reichwein), Die Einheit des Platonischen Phädrus (Anna Tumarkin), Der Traum im Leben und in der Weltanschauung Friedrich Hebbels (Paul Sickel), Kant und seine Ausleger (Referat von Karl Weidel).

Dr. A. Busemann (Einbeck).

O. Funke, Innere Sprachform. Eine Einführung in A. Martys Sprachphilosophie. Prager Deutsche Studien Heft 32. Reichenberg i. B. XII und 135 Seiten.

Der Verfasser (o. ö. Prof. der englischen Philologie an der deutschen Universität zu Prag) hat die Absicht, Martys Ansichten über die »innere Sprachform« als das Zentrum der Sprachphilosophie dieses Philosophen »in knapper Form einem größeren Leserkreise zuzuführen«. Die Darstellung entspricht dieser Absicht, sie enthält sich fast ganz der Polemik und referiert in vorbildlicher Klarheit und Bestimmtheit über den gewählten Gegenstand. -- Unter der »inneren Sprachform« oder dem »Etymon« versteht Marty »eine Vorstellung, die als Band der Assoziation dient zwischen dem äußerlich wahrnehmbaren Zeichen und seiner Bedeutung, d. h. dem psychischen Inhalt, den es im Angeredeten erwecken will«. So erinnert das Wort »Kiel« zuerst an einen Schiffskiel, kann aber in gewissen Fällen die Bedeutung »Schiff« haben, auf welche die Vorstellung des Kieles dann nur hinführen soll. Entstanden ist nach Marty die innere Sprachform »im Dienste der Absicht von Mitteilung und Verständigung ... Wenn die nach Verständigung suchenden Individuen einen Gedanken zum Ausdruck bringen wollten, für den sie keine sprachliche Bezeichnung besaßen, so wählten sie mit Bewußtsein und Absicht ein ‚Wort' oder einen sprachlichen Ausdruck, der durch seine ihm bereits anhaftende Bedeutung auf jenen Gedanken hinführen sollte«. — Funke zeigt zunächst, wie sich der Begriff der inneren Sprachform in Martys älteren Schriften vorbereitet, und entwickelt dann systematisch das Problem, wie es sich in Martys übrigen Werken darstellt. Martys Sprachphilosophie ist abhängig besonders von der Psychologie Brentanos. Dem entsprechend betont seine Theorie vom Ursprunge der Sprache, daß die Sprache Mitteilung von Gedanken sei, und zwar entweder (durch Namen) im Hörer eine begriffliche Vorstellung, oder (durch

Aussagen) ein Urteil, oder endlich (durch Emotive = interesseheischende Äußerungen) ein emotionelles Phänomen bezw. dessen Vorstellung erwecken soll (S. 21). Die Absicht der Sprache zielt also auf Erweckung von Bedeutungen; im Verhältnis zu diesen sind die Vorstellungen, die wachgerufen werden, oft nur Wegweiser (»Etyma«). Unterschieden werden die »figürliche innere Sprachform«, auf welche das Beispiel vom »Kiel« zutrifft, und die »konstruktive innere Sprachform«, die darin besteht, daß zusammenhängende Wortreihen im Hörer »begleitende Vorstellungen« wachrufen, welche die Bedeutung des Ganzen nicht darstellen, sondern nur vorbereiten, mitunter freilich auch die Sinnerfassung stören. In die Darstellung dieser Gegenstände sind Abschnitte über zahlreiche sprachpsychologische Probleme eingeflochten, von denen hier erwähnt werden mögen die Fragen der Bezeichnungsübertragung, der Synsemantika, der sprachlichen Kategorien, der Ausdrucksfunktion der Sprache, der selbständigen Volksseele, der Gleichförmigkeit der logischen Kategorien bei allen Völkern. Die Ansichten Martys werden dabei zu den von Wundt vorgetragenen Anschauungen in Vergleich gesetzt; zusammenfassend handelt von der Stellung der Martyschen Sprachphilosophie innerhalb der Systeme ein Schlußkapitel. Es wird gezeigt, daß der Meinungsgegensatz zwischen Wundt und Marty in der Verschiedenheit der Ansichten über die Entstehung der Sprache und über das Verhältnis des Denkens zur Sprache begründet ist.

Das Werk erleichtert zweifellos das Studium der Arbeiten Martys und mag es vielleicht in manchen Fällen ersetzen. Nach dem Mitgeteilten bedarf es keiner Betonung, daß es der Psychologie der Sprache und des Denkens wertvolle Dienste leistet. Dem Wunsche des Verfassers, daß die Sprachphilosophie Martys in höherem Maße als bisher zur Diskussion gestellt werden möge, wird man vorbehaltlos beipflichten können.

Dr. A. Busemann (Einbeck).

Sigurd Näsgard, Die Form der Bewußtheit. Aus dem Dänischen übersetzt von G. Krogh-Jensen und W. Tuchmann. München (E. Reinhardt) 1923. 164 Seiten. 2 Mk.

Unter dem bescheidenen Titel verbirgt sich eigentlich ein ganzes System der Psychologie, das überdies noch eine Reihe von Exkursen in die Logik in sich schließt. Dieses System kennt fünf Gruppen seelischer »Gegenstände«: die Empfindungen, die Gefühle, das Streben, die Begriffe und die Bewußtheit. Die ersten drei sind unbewußt, haben keine Gegenstände und können auch nicht Teilinhalt der Bewußtheit sein, wie dies bei der vierten Gruppe, den Begriffen, der Fall ist. Letztere haben Gegenstände und können, zusammen mit der Bewußtheit, diese in uns neu aufleben lassen, uns mehr oder weniger deutliche Bilder davon geben. Die ersten vier Gruppen umfassen eine unbegrenzte Menge von Individuen, der letzteren aber gibt es nur eine. Doch hat die Bewußtheit vier Stellungen. Sie kann einmal schlechthin auf einen Gegenstand gestellt sein (Gegenstandsstellung, eine niedrige Stufe), sie kann durch den Begriff auf dessen Gegenstände eingestellt werden (Einstellerstellung), ein weiterer Begriff bringt sie in die Beschreiberstellung, zu der als letzte die Vereinerstellung hinzutritt. So habe ich z. B. in der Frage: Ist Peter krank? die Einstellerstellung (auf

Peter) und die Beschreiberstellung (krank). Wird nun die Frage bejaht, so kommt die Vereinerstellung dazu. Die Eigennamen und Hauptwörter sind vor allem die Einsteller, die Eigenschaftswörter die Beschreiber, die Aussagewörter die Vereiner. Doch ist das Einstellen, Beschreiben, Vereinen keine Eigenschaft dieser Wörter, sondern Sache der Bewußtheit, da auch Eigennamen z. B. als Beschreiber verwendet werden können (wie im Satz: er ist ein Sokrates). Bei jedem Urteilfällen müssen drei Begriffe vorhanden sein, und zwar muß von ihnen die Einsteller-, Beschreiber- und Vereinerstellung der Bewußtheit besetzt sein. Die Urteilslehren Brentanos, Wundts, Rickerts, Erdmanns u. a. werden daher abgelehnt. An diese Kernprobleme schließen sich Ausführungen über das Beobachten (das ein viergliedriges Verhältnis zwischen Bewußtheit, Begriffen, Bewußtheitsbild und beobachtetem Gegenstand ist), Assoziieren, Vergleichen, Fragen, Annehmen und Annahmen, schließlich noch über die Willenswirksamkeiten an.

Am überraschendsten ist die Auffassung der Bewußtheit als eigenes seelisches Element. Die Ausführungen hierüber haben den Referenten nicht überzeugt, doch mag es nützlich sein, diese Möglichkeit auch im Auge zu behalten. Es ist auffällig, daß sich die Arbeiten, die sich mit dem Begriffsproblem befassen, mit Vorliebe (es sei an Brod und Weltsch, an W. Betz, an Müller-Freienfels erinnert) keiner der üblichen experimentellen Methoden bedienen, sondern auf Selbstbeobachtungen der Verfasser gegründete Konstruktionen geben. Und im Falle Näsgard sind die Konstruktionen nicht immer nachdenkbar und manche seiner Angaben über psychologische Tatbestände scheinen mir bloße Bilder zu sein. So z. B.: die Bewußtheit stellt die Begriffe um, oder: die Deutlichkeit der Aufmerksamkeit (beim deutlichen Auffassen) »beruht darauf, daß die Beschreiber- und die Vereinerbegriffe den Gegenstand beleuchten, auf den der Einstellerbegriff die Bewußtheit schon gerichtet hat«. Wohltuend berührt die objektive Behandlung der zeitgenössischen Literatur. Alles in allem: es ist einmal etwas anderes. O. Sterzinger (Graz).

Knight Dunlap, The Elements of Scientific Psychology. St. Louis, C. V. Mosby Company, 1922. 368 Seiten. 3.50 $

Die Widmung des Buches an drei namentlich aufgeführte amerikanische Forscher als »Vertreter einer Gruppe, die glänzend den praktischen Wert reinwissenschaftlicher Forschung erhellt hat«, beleuchtet schlaglichtartig des Verfassers Stellungnahme zur Psychologie. Dunlap hält nämlich die Psychologie für berufen, Probleme der Physik, der Erziehung, der Industrie, der Künste und des sozialen Lebens lösen zu helfen, und will durch sein Buch vornehmlich Studenten, aber auch sonstigen Interessenten die allgemeinen wissenschaftlichen Grundlagen einer jenen Aufgaben gewachsenen Psychologie geben. Um diese Grundlagen unanfechtbar zu machen, werden sie auf Erfahrung aufgebaut, d. h. auf der »situation in which I am aware of something« (S. 29). Dreierlei Faktoren sind in der angegebenen Situation enthalten: der Bewußtseinsinhalt, das Bewußtsein (awareness, consciousness) von ihm und das Ich, das Bewußtsein hat.

Aus dem immer komplexen Bewußtseinsinhalt lassen sich als letzte, nicht weiter zerlegbare Bestandteile sentienda, relations und feelings analy-

sieren oder, da sentienda und feelings bloß der Bequemlichkeit wegen unterschieden werden, eigentlich nur sentienda und relations. Als sentienda bezeichnet Dunlap die Sinnes- und Gefühlselemente, für die bisher der mehrdeutige Name sensations gebräuchlich war. Jedes sentiendum besitzt sechs verschiedene Charaktere, d. h. Gesichtspunkte, von denen aus es betrachtet zu werden vermag: Qualität, Intensität, Extensität (z. B. Tonhöhe, Raumgröße der Farben), Dauer, zeitliche und räumliche Lage. Einstweilen, bis eine vollständige Analyse der den Viszeralorganen entstandenen Empfindungen die Zahl der Arten noch erhöht haben wird, sind mindestens 15 verschiedenartige sentienda zu unterscheiden, nämlich solche des Geschmacks, Geruchs, Gesichts, Gehörs, Getasts, Drucks, der Wärme, Kälte, des Kitzels, der Vibration, des Schmerzes, Schwindels, der Bewegung, des Sexualsinnes und der Müdigkeit. Zwei der aufgezählten Arten, das sentiendum des Schwindels und dasjenige des Sexualsinnes, erscheinen Dunlap allerdings noch zweifelhaft, da sie sich möglicherweise als Komplexe anderer sentienda entpuppen könnten. Mit den sentienda werden zugleich auch relations (Unterschied, Ähnlichkeit, Größe, Identität, Kausalität u. a. m.) bewußt. Wissenschaftlich ist über sie recht wenig bekannt, da man, wie Dunlap beklagt, ihre Analyse bisher vernachlässigt hat.

Sentienda und relations werden nicht nur wahrgenommen, sondern auch gedacht. Die Imagination, wie das Denken genannt wird, heißt reproduktiv, wenn sentienda und relations, soweit sie bei der Reproduktion nicht etwa überhaupt ausgelassen werden, in derselben zeitlichen Anordnung gedacht werden, in der sie früher wahrgenommen worden sind. Produktiv oder schöpferisch ist die Imagination, wenn man sentienda hinsichtlich ihrer zeitlichen Folge und sonstigen Relationen anders denkt, als man sie einst wahrgenommen hat. Wer »an« etwas, z. B. an einen Bleistift, denkt, beachtet als Gedankeninhalt, als Objekt ehemals wahrgenommene sentienda und bloß innere Relationen dieses Objektes, d. h. nur solche, die zwischen den einzelnen Objektteilen bestehen. In diesem Falle wird der Gedankeninhalt image benannt. »Über« etwas, z. B. über einen Bleistift, dagegen denkt man, wenn man mit jenem image auch noch äußere Relationen denkt, d. h. solche, die andere Objekte, beispielsweise den schreibenden Arm oder das Papier, Bezug nehmen. »A definite object thought about as related to other objects« ist die idea (S. 162). Vernachlässigt man das bestimmte Objekt, »über« das man denkt, samt seiner inneren Relationen und beachtet vornehmlich seine äußeren Relationen, als ob sie für jedes beliebige Objekt der überdachten Art, z. B. für jeden beliebigen Bleistift, bestünden, dann wird der Gedankeninhalt zum Begriff (general idea, concept).

Die Beobachtung, daß manche Reaktionen, d. h. auf Reize der Umgebung antwortende Körperbewegungen, von Bewußtsein begleitet sind, verallgemeinert Dunlap zu seiner den zweiten Faktor der Erfahrung betreffenden Hauptarbeitshypothese, »that consciousness is essentially dependent upon reactions« (S. 29). Eine Reaktion besteht in dem Zusammenwirken dreier verschiedenartiger Zellgruppen des menschlichen Organismus. Rezeptoren, als welche außer Nerven- auch gewisse Epithelzellen in Frage kommen, werden durch Reize erregt und geben ihre Erregung mit Hilfe der ein äußerst kompliziertes Umschaltesystem bildenden Neuronen an Effektoren, d. h. an Muskel- und Drüsenzellen weiter, die dadurch in Tätig-

keit geraten. Nur wenn sich unter den zwischen Rezeptoren und Effektoren vermittelnden Neuronen die Zellen der Gehirnhemisphären mitbefinden, verläuft die Reaktion bewußt, andernfalls bleibt sie unbewußt, bloßer Reflex. Zwischen bewußten und unbewußten Reaktionen nehmen die automatischen eine mittlere Stellung ein. Dreierlei bewußte Reaktionen unterscheidet Dunlap: Wahrnehmungs-, Gedanken- und Willensreaktionen (perceptual, ideational and volitional reactions). Da Reaktionen für Dunlap Prozesse bedeuten, durch die uns Bewußtseinsinhalte bewußt werden, aber nur zwei verschiedene Wege des Bewußtwerdens, nämlich Wahrnehmen und Denken, unterschieden worden sind, hätte man nach Meinung des Referenten eigentlich auch nur zweierlei Grundtypen bewußter Reaktionen, nämlich Wahrnehmungs- und Gedankenreaktionen, zu erwarten. Wohl nur wegen der ungeheuren Wichtigkeit des Wollens und Wünschens ist die volitional reaction von Dunlap zum Sondertypus erhoben worden, tatsächlich ist sie, wie auch aus Dunlaps Ausführungen hervorgeht, eine Kombination der beiden anderen bewußten Reaktionen.

Als Rezeptoren dienen bei Gedankenreaktionen Nervenzellen, die sich in den Muskelspindeln der gesteiften Muskeln befinden, bei Wahrnehmungsreaktionen alle die Zellen, durch deren Erregung das Entstehen der vorhin angegebenen 15 Arten von sentienda eingeleitet wird. Wie mit Hilfe jener in den Muskelspindeln gelegenen Rezeptoren eine Gedankenreaktion zustande kommen soll, wollen wir nachfolgend in Kürze wiederzugeben versuchen. Die Organisation des Gehirns ermöglicht, daß die von einem Rezeptor oder einer Rezeptorengruppe zuströmende Erregung gleichzeitig den verschiedensten Effektoren zugeteilt wird. Beispielsweise kann die visuelle Erregung, die ein bestimmtes Gesichtsobjekt in den Retinalzellen hervorruft und bisher nur einer bestimmten Effektorengruppe zugeführt wurde, nun auch aus Ursachen, auf die näher einzugehen wir uns hier versagen müssen, noch an solche Effektoren weitergeleitet werden, denen sonst nur olfaktorische oder gustatorische oder eine sonstige Reizerregung zugeströmt ist. Dann wird mit dem direkten, d. h. dem visuellen Wahrnehmungsinhalt, dem ein äußeres Sinnenobjekt entspricht, auch ein indirekter, d. h. olfaktorischer, gustatorischer usw. Wahrnehmungsinhalt verknüpft, für den kein äußeres sinnliches Objekt vorhanden wird. Indem nun der indirekte Inhalt vom direkten unterschieden wird, wird er zur meaning des direkten Inhaltes, der direkte Inhalt aber wird zum symbol des indirekten Inhaltes. Ein nicht mehr im Brennpunkt des Bewußtseins stehendes Symbol wird zum bloßen sign, das manchmal sogar so weit vom Brennpunkt des Bewußtseins fortzurücken vermag, daß es überhaupt unbemerkt bleibt und nur seine meaning bewußt wird. Z. B. erfassen die meisten nur, was eine Gesichtsausdrucksveränderung bedeutet, nicht aber, worin sie eigentlich besteht. Bei der Gedankenreaktion entspricht nun einem unbemerkt bleibenden sign die Erregung der Muskelspindelrezeptoren, die, wenn sie bemerkt werden würde, als Muskelbewegung bewußt werden würde. Der meaning jenes sign's aber entspricht der Gedankeninhalt, dessen Entstehung dem vorhin geschilderten Zustandekommen des indirekten Wahrnehmungsinhaltes analog ist. Die von den Rezeptoren der Muskelspindeln kommende Erregung wird — und zwar fast gänzlich oder auch gänzlich — vom Gehirn auf Effektoren umgeleitet, die sonst nur von visuellen oder olfaktorischen oder gustatorischen usw. Re-

zeptoren herkommende Erregungen empfingen. Damit ein einundderselben Rezeptorengattung entstammender Erregungsstrom, wenn er vom Gehirn auf verschiedene Effektorengattungen verteilt wird, den letzteren entsprechend qualitativ verschieden bewußt werden kann, muß eigentlich, wie wenigstens der Referent meint, aber Dunlap nicht angibt, vorausgesetzt werden, daß die Effektoren bezw. die Neuronen der zu ihnen führenden Nervenbahnen von dem Erregungsstrom, der ihnen sonst immer von nur einer ganz bestimmten Rezeptorenart zugeflossen ist, eine gewisse Disposition zurückbehalten. Infolge dieser Disposition wird jeder künftige Erregungsstrom, aus welcher Rezeptorengattung er auch herrühren möge, dahin modifiziert, daß er nun so bewußt wird, als ob er derjenigen Rezeptorengattung entstamme, welcher der jene Disposition veranlassende Erregungsstrom entquollen ist.

Über das Ich, den dritten Faktor der Erfahrung, läßt sich, da es weder Bewußtseinsinhalt ist, noch beobachtet werden kann, rechtmäßigerweise nur sagen, daß es dasjenige ist, welches das Bewußtsein hat. Dieses Ich ist nicht identisch mit dem als Bewußtseinsinhalt gegebenen empirischen Ich, d. h. mit dem Leibe und seinen Relationen zu anderen Objekten, zur Familie, Gesellschaft, zum Geschäft usw.

Gelegentlich läßt Dunlap durchblicken, daß die von ihm vertretene »modern form of psychology« (S. 7) der eine »loose terminology« (S. 238) besitzenden »Anglo-German psychology« überlegen sei, überlegen nicht nur wegen ihrer strengeren, eindeutigen Terminologie, deren sich Dunlap durchweg rühmlichst befleißigt, sondern vor allem auch wegen ihrer vorhin erwähnten Arbeitshypothese, die, zum Fundamentalprinzip erhoben, den ganzen weiteren Verlauf der psychologischen Forschung zu bestimmen geeignet sei (S. 30). Auf Grund seiner Arbeitshypothese sucht Dunlap alle psychischen Vorgänge ausnahmslos auf Reaktionen und die letztere ermöglichenden Zellenorganisationen zurückzuführen, also physiologisch zu erklären, während für Wilh. Wundt, den wir wohl noch als den, zum mindesten aber als einen Repräsentanten der deutschen Psychologie betrachten dürfen, die psychologische Kausalerklärung, d. h. die »Ableitung komplexerer psychischer Vorgänge aus einfacheren«, maßgebend ist (W. Wundt, Grundriß der Psychologie, 13. Aufl., Leipzig 1918, S. 30). Beide Psychologen stimmen darin überein, daß es sowohl die psychologische als auch die physiologische Erklärungsweise mit Bewußtseinsinhalten zu tun hat, bei denen jedoch diese im Gegensatz zu jener vom Bewußtsein und vom Ich abstrahiert. Die psychologische Erklärungsweise analysiert die unmittelbar gegebenen, immer komplexen Erfahrungsinhalte und ermittelt die Verbindungen, welche die durch diese Analyse aufgefundenen Elemente miteinander eingehen. Die dadurch aufgefundenen, zwischen den elementaren und komplexen Erfahrungsinhalten bestehenden Beziehungen, die dann verallgemeinert und als Gesetze formuliert werden, vermag man unmittelbar einzusehen. Sucht man dagegen die unmittelbaren Erfahrungsinhalte physiologisch zu erklären, also auf Prozesse des Organismus zurückzuführen, so bezieht man zwar auch, weil die organischen Prozesse unmittelbar wahrgenommen oder wenigstens als unmittelbar wahrnehmbaren Prozessen analog gedacht werden, unmittelbare Erfahrungsinhalte aufeinander, aber diese Beziehungen selbst sind nicht unmittelbar einzusehen. Führt man z. B. die visuelle Wahr-

nehmung auf Prozesse in den Retinalzellen, den Neuronen und nach Dunlap auch den Effektoren zurück, bezieht man also zwei Erfahrungen, deren Inhalt einerseits durch die visuelle Wahrnehmung, andrerseits durch jene Prozesse gebildet wird, ursächlich aufeinander, so findet man diese ursächliche Beziehung durchaus nicht unmittelbar vor, sondern vermag sie nur mittelbar, mit Hilfe u. U. recht weitläufiger Analogien einzusehen. Erkenntnisse, die sich nur mittelbar einsehen lassen, sind aber nicht ebenso evident, nicht ebenso fest begründet wie diejenigen, die sich unmittelbar einsehen lassen. Während nun Dunlap seiner Arbeitshypothese gemäß grundsätzlich nach mittelbarer Erkenntnis psychischer Vorgänge strebt, bemüht sich Wundt prinzipiell um unmittelbare Erkenntnis. Bei dieser Sachlage darf wohl Dunlaps Psychologie keinen berechtigten Anspruch erheben, an psychologischer Erkenntnis der deutschen Psychologie überlegen zu sein, wenngleich auch letzterer nicht gelungen ist, die psychologische Kausalerklärung auf alle psychischen Vorgänge auszudehnen, sondern »aushilfsweise« von »physiologischen Zwischengliedern« (W. Wundt a. a. O. S. 30) Gebrauch machen muß. Dagegen muß anerkannt werden, daß Dunlaps Psychologie infolge ihrer auf alle psychischen Vorgänge angewandten Arbeitshypothese in sich einheitlicher, geschlossener als die deutsche Psychologie erscheint. Daß die Arbeitshypothese der bewußten Reaktionen von Dunlap durchgängig angewandt wird, beruht aber wesentlich mit auf seiner eingangs erwähnten Stellungnahme, die Psychologie zur Lösung so mancher und so verschiedenartiger praktischen Probleme für mitberufen zu halten, jedoch nur die moderne Psychologie als »science of the conscious responses of the organism« einer wirksamen Mithilfe für fähig zu erachten (S. 7). Bergfeld (Leipzig).

Karl Haff, Rechtspsychologie. Forschungen zur Individual- und Massenpsychologie des Rechts und zur modernen Rechtsfindung. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden von Abderhalden, Abt. VI; Methoden der experimentellen Psychologie, Teil C II, Heft 1. Berlin-Wien, Urban u. Schwarzenberg, 1924. 118 S.

Die Arbeit deutet in einem großzügigen Querschnitt durch die verschiedensten Rechtsgebiete die Fülle von Möglichkeiten an, die in der wechselseitigen und immer notwendiger werdenden Durchdringung von Rechtswissenschaft und -praxis auf der einen und psychologischen Wissenschaft auf der anderen Seite enthalten sind. Dem Bedürfnis nach Schaffung »objektiver Maßstäbe für die Rechtsauslegung« als Abkehr von einem übertriebenen Subjektivismus dient »die Nutzbarmachung der Resultate der exakten psychologischen Forschung für die Rechtswissenschaft und Rechtspraxis«. Dem Charakter der Psychologie als Erfahrungswissenschaft entspricht die gleichzeitige Auswertung des reichen Erfahrungsschatzes der Rechtsgeschichte und -vergleichung zu demselben Ziel.

Systematisch zweckentsprechend zerlegt der Verfasser den Gesamtkomplex der rechtspsychologischen Tatsachen in ein individualpsychologisches und ein massenpsychologisches Gebiet. Ersterem gehören die Betrachtungen über die logischen Grundlagen der Rechtsnormen, Rechtsbewußtsein und Rechtsgefühl, Rechtstypologie, das Willensmoment im ob-

jektiven und subjektiven Recht, Rechtshandlungen und Rechtsgeschäfte sowie Schuld und Strafe an. Dagegen befaßt sich der zweite Teil mit dem Wollen und der Organisation der Masse, wobei namentlich auf die Staatstheorien näher eingegangen wird und die Willensmerkmale des staatlichen Rechts unterstrichen werden. Hieran schließt sich eine Auseinandersetzung mit der konstruktiven Jurisprudenz und der Freirechtslehre, zu denen der Verfasser eine mittlere Stellung einnimmt; allerdings unter strikter Ablehnung der erstgenannten Art von Rechtsfindung. Von seiner psychologischen Einstellung aus lehnt der Verfasser selbstverständlich auch die aprioristische Methodik der »reinen« Soziologie als für die Rechtspraxis unbrauchbar ab.

Auch wenn man mit dem Verfasser im einzelnen nicht immer übereinzustimmen vermag, z. B. — um nur eines herauszugreifen — bezüglich seines Eintretens für die Geschworenengerichte (S. 25/26), so verdient doch die Arbeit als Ganzes gerade unter den gegenwärtigen Verhältnissen besondere Anerkennung; denn in solchen Übergangszeiten, in denen wir uns augenblicklich befinden, tritt die Relativität der Rechtsbegriffe besonders deutlich in Erscheinung und läßt die Ausstattung der an der Gesetzgebung sowie der Rechtstheorie und -praxis beteiligten Faktoren mit dem erforderlichen psychologischen Rüstzeug als dringend nötig erscheinen. Der Wert der vorliegenden Arbeit liegt in der Problemstellung, deren praktische Auswertung zunächst nur andeutungsweise erfolgt. Es würde eine lohnende und dankenswerte Aufgabe sein, die Schlußfolgerungen des Verfassers auf Grund des in der Praxis reichlich vorhandenen Rechtstatsachenmaterials auf ihre Richtigkeit nachzuprüfen und ihnen eine Grundlage zu geben, die das jetzt beim Leser noch vielfach leise mitschwingende Gefühl der Unzulänglichkeit des ausgewählten Tatsachenstoffs beseitigen würde. Trotzdem beweist schon das Gebotene zur Genüge, wie bedeutsam die Herausarbeitung von Erfahrungstypen mit Hilfe der Rechtspsychologie und einer psychologisch eingestellten Rechtstatsachenforschung für die Anwendung und Entwicklung des Rechts ist. K. Runge (Leipzig).

Programm

des in München abzuhaltenden 9. Kongresses für experimentelle Psychologie.

Begrüßungsabend:

Montag, den 20. April, 8 Uhr, im großen Saale des Bayrischen Kunstgewerbehauses, Pfandhausstr. 7.

Der Kongreß findet in der Universität, Ludwigstraße 17, statt.

A. Sammelreferat:

K. Bühler, Die Instinkte des Menschen.

A. Gelb, Die psychologische Bedeutung der pathologischen Störungen der Raumwahrnehmung.

H. Volkelt, Fortschritte der experimentellen Kinderpsychologie.

B. Vorträge:

1. Allgemeines.

W. Stern, Personalistik als Vorwissenschaft der Psychologie.

R. Sommer, Der psychologische Unterricht der Mediziner, mit besonderer Berücksichtigung der neuen Examensordnung.

2. Empfindung.

R. Pauli, Neuere Untersuchungen zum Weberschen Gesetz (aus dem Münchener Institut).

A. Wenzel, Zur psychologischen Theorie und mathematischen Darstellbarkeit des Weber-Fechnerschen Gesetzes.

R. Bujas, Zur Theorie des Empfindungsvorganges.

R. Bujas, Über Kontrastempfindungen.

K. Huber, Vokalmischungen und Qualitätensystem der Vokale.

D. Katz, Neues über den Vibrationssinn.

K. Wartenberg, Über ein neues Qualitätensystem der Gerüche.

A. Juhasz, Über eine neue Eigenschaft der Geruchsempfindungen.

A. Argelander, Neue Versuche über Synästhesien.

3. Wahrnehmung; Raum-, Zeit- und Gestaltwahrnehmung.

G. Katona, Die simultane und die sukzessive Wahrnehmung.

F. Schumann, Über Lokalisierung bei bewegtem Blicke.

E. Feuchtwanger, Zur pathologischen Psychologie des optischen Raum- und Gestalterfassens.

H. Jancke, Zeitschätzungsversuche von Kirchner (Bonn).

4. Gedächtnis; Assoziation.

O. Klemm, Über sinnvolle und mechanische Hilfen bei Gedächtnisleistungen.

A. Ruschel, Einprägungswert des Schreibens (des Abschreibens und Diktatschreibens).

W. Peters, Psychologische Untersuchungen über die Retention des Schulwissens.

E. Kühle, Versuche über die Perseveration von Vorstellungen und Vorstellungselementen.

H. Kirck, Über die Bedeutung der sensorischen Veranlagung für die Bildung von Objektvorstellungen, insbesondere auch bei Eidetikern.

E. von Nießl-Mayendorf, Über die anatomische und psychische Assoziation.

5. Aufmerksamkeit; Einstellung.

E. Rubin, Die Nichtexistenz der Aufmerksamkeit.

A. Mayer, Über die Geschwindigkeit der Aufmerksamkeitswanderung.

K. Marbe, Über psychische Einstellung und Umstellung.

6. Denken; Sprache; Schrift.

J. Lindworsky, Untersuchungen zum Problem der Begriffe.

G. Störring, Zur Psychologie der disjunktiven und hypothetischen Urteile und Schlüsse.

A. A. Grünbaum (auch im Namen von L. Bouman), Denken und Sprechen bei der Aphasie.

M. Isserlin, Psychologisch-phonetische Untersuchungen.

E. Hirt, Die Bedeutung der experimentellen Untersuchung des Schreibens für die Psychologie der Bewegung.

7. Gefühl.

F. Grossart, Zur Kritik der physiologischen Gefühlstheorien.

M. Mörs, Zur Psychologie der Reue (auf Grund einer Umfrage).

K. Weinmann, Über das Selbstwertgefühl und seine Störungen.

8. Wille; Reaktion.

K. Lewin, Die Wirkung der Vornahme.

H. Düker, Über das Gesetz der speziellen Determination.

A. Ernst, Dynamographische und plethysmographische Untersuchungen über die Einwirkung der Unlustgefühle auf die Willenshandlungen.

W. Wirth, Die psychophysische Systematik der Reaktionszeiten.

F. Dittmers, Über motorische Asymmetrie.

9. Physiologisch- und Pathologisch-Psychologisches.

Ch. Godefroy, Die psycho-tacho-graphischen Begleiterscheinungen des diastaltischen Bogens.

K. Goldstein, Die Wirkung abnormer Tonusvorgänge auf die Psyche.

10. Ausdruck; Psychologisch-Ästhetisches.

A. Fischer, Der Begriff des Ausdrucks.

O. Kroh, Erlebnis und Ausdruck.

O. Kroh, Über das ästhetische Erleben.

A. Busemann, Die periodischen Schwankungen der lyrischen Produktivität.

H. Werner, Mikromelodik und Mikroharmonik (experimentell aus kleinsten Intervallen aufgebaute Tonsysteme).

R. Wicke, Untersuchungen zur Gegensätzlichkeit von Dur und Moll.

11. Individual- und Typenpsychologie; Massenpsychologie.
    W. Peters, Die Erfassung der Persönlichkeit aus Beschreibungen.
    O. Schultze, Ein Schema des seelischen Haushaltes, eine Arbeitshypothese für Individualpsychologie und Individualdiagnostik.
    Th. Erismann, Massenpsychologie und ihre individualpsychologischen Grundlagen.
    F. Giese, Elektrodiagnostik des Charakters (mit Lichtbildern).
    F. Giese, Über Homogenität des Kulturbewußtseins.
    E. R. Jaensch, Zur Psychophysiologie und Charakterologie der menschlichen Typen.
    E. R. Jaensch, Die Psychologie des Denkens und die typologische Forschungsmethode.
    H. Lehmann, Eine soziologisch angewandte Völkerpsychologie.
    H. Lehmann, Kulturmomente der Persönlichkeitsbetonung.
12. Kinderpsychologie.
    W. Peters, Die Raumschwelle der Haut beim Kind.
    R. Nolte, Freie Märchenproduktion bei Schulkindern, ihre psychologische Analyse und pädagogische Auswertung.
    Th. Valentiner, Untersuchungen über Illustrationen von 10jährigen Knaben.
    A. Brehner, Melodieauffassung und melodische Begabung des Kindes.
13. Tierpsychologie.
    O. Pfungst, Zur Psychologie eines solitär aufgezogenen, jetzt vierjährigen Affen (mit Film und Lichtbildern).
    G. Révész, Abstraktionsversuche an Affen.
    P. E. Wasmann, Die Bedeutung der Substitutionsversuche für die Tierpsychologie.
14. Psychotechnik; Arbeits-, Sport- und Unfallpsychologie.
    G. A. Jaederholm, Forschungsmethoden in der Psychotechnik .

Th. Erismann, Zur Psychotechnik der Landwirtschaft.
W. Moede, Psychotechnische Arbeitsrationalisierung.
W. Eliasberg, Entwicklungen der Arbeitswissenschaft, insbesondere der Arbeitspsychologie.
R. W. Schulte, Probleme, Methoden und Ergebnisse der Sportpsychologie.
K. Marbe, Die Psychologie des Unglücks und Unfalls.
H. Rupp, Grundsätze des Aufwertungsverfahrens.
H. Rupp, Probleme des physikalischen Unterrichts.

15. Varia.

M. Schorn, Bericht über neuere Arbeiten aus dem Würzburger Psychologischen Institut.

Vorgesehen ist ferner eine Sitzung der Gruppe für angewandte Psychologie.

Es steht noch in Erwägung, wegen der großen Zahl angemeldeter Vorträge die Kongreßdauer um einen Tag zu verlängern. — Weitere Vortragsanmeldungen können nicht mehr angenommen werden.

Wohnungsgelegenheiten.

1. Hotels.

a) In der Nähe des Bahnhofes:

Excelsior, Schützenstr. 5	Mk. 5—8
Grünwald, Hirtenstr. 25	„ 5—7
(Vorzugspreis: Mit Frühstück Mk. 6)	
Schottenhamel, Prielmayerstr. 3	„ 3,50—4,50
(2 Betten Mk. 7—8,50)	
Königshof, Karlsplatz 25	„ 7
Hotel Wolf, Arnulfstr. 4	„ 3,50—6
Deutscher Kaiser, Arnulfstr. 2	„ 3,50—6

b) Andere Lagen:

Union, Barerstr. 7 (Kath. Kasino)	„ 4
Posch, Dienerstr. 11 7,10 m. Frühstück, ev.	„ 6,50
Peterhof, Marienplatz 26	„ 3,50
Vier Jahreszeiten, Maximilianstr. 4	„ 5
Bayer. Hof, Promenadeplatz 19	„ 5
Mathildenhospiz, Mathildenstr. 5	„ 2
Gartenheim, Ludwigstr. 22 a und b	„ 4—6

2. Privatquartiere:

a) Studentenzimmer. Ein Bett ohne Frühstück Mk. 1,50—2.
b) Sonstige Bürgerquartiere (meist m. Frühst.) „ 1,50—3.

Teilnehmer, die Privatquartier wünschen, werden gebeten, ihre Bestellungen bis spätestens 15. April an die Geschäftsstelle der Gesellschaft für Heilpädagogik (München, Schule an der Klonzestraße), oder an Herrn Dr. Oskar Mann, Ohlmüllerstr. 5 IV, zu richten.

I. A.:
Prof. Dr. G. E. Müller.

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT m. b. H. IN LEIPZIG

Kürzlich erschien:

Die Dekadenz der Arbeit

von

Prof. Dr. Th. Svedberg

Nach der 2. Auflage aus dem Schwedischen übersetzt von
Dr. B. Finkelstein

Die aktuellen Probleme der Physik und Chemie — Umwandlung der Energie, Moleküle und Atome, Kolloide, moderne Transmutationsversuche, flüssige Kristalle usw. — werden in dem Werk in jener allgemeinverständlichen und anziehenden Form dargestellt, für die die schwedischen Gelehrten eine besondere Gabe besitzen.

Nicht nur der gebildete Laie, sondern auch der Fachmann findet in dem Buch viele Angaben, die in der zugänglichen Fachliteratur fehlen.

Gebunden Goldmark 6.—, broschiert Goldmark 5.—

Besprechung: Das Buch hat seinen Titel nach dem Prinzip erhalten, das mehr als alle anderen die Naturforschung der letzten Jahre beherrscht, von dem Gesetze der Degradation der Energie, der Arbeitsdekadenz. In wahrhaft allgemeinverständlicher Form werden die im Vordergrunde des wissenschaftlichen Interesses stehenden Probleme dargelegt. . . .

Das Werk gehört unbestreitbar zu den interessantesten und wertvollsten Erscheinungen. Die Ausstattung ist hervorragend, die Übersetzung ausgezeichnet.

Prof. Gutbier, Jena, in Chemikerzeitung.

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT m. b. H. IN LEIPZIG

Vor kurzem erschien:

Die Formen der Wirklichkeit

Vorträge, gehalten in der
Kieler Ortsgruppe der Kant-Gesellschaft
zum 200. Geburtstage Kants

von

G. Martius und **J. Wittmann**
ehem. Prof. a. d. Univ. Kiel — a. o. Prof. a. d. Univ. Kiel

114 Seiten. Preis: Goldmark 5.—

Der erste Teil der Schrift von J. WITTMANN handelt über

Raum, Zeit und Wirklichkeit
(zugleich eine Würdigung der Lehre Kants)

Der zweite Teil von G. MARTIUS über

Die Kategorienlehre Kants

In diesen Arbeiten werden Kants kritische Grundideen vom wirklich empirischen Standpunkt, wie Biologie und Psychologie ihn heute bieten, in einfacher, klarer Form entwickelt.

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H.
LEIPZIG · MARKGRAFENSTRASSE 4

Soeben erschien:

GROSSE MÄNNER

STUDIEN ZUR BIOLOGIE DES GENIES

Herausgegeben von Wilhelm Ostwald

NEUNTER BAND

JOHANNES MÜLLER

Das Leben des rheinischen Naturforschers

Auf Grund neuer Quellen und seiner Briefe
dargestellt von

DR. WILHELM HABERLING

a. o Prof. d. Geschichte d. Medizin a. d. Medizinischen Akademie zu Düsseldorf

Mit 9 Tafeln, einem faksimilierten Brief und 2 Abbildungen im Text.
VIII und 501 Seiten. Preis geheftet M. 18.—; gebunden M. 22.—

In obigem Werke entwirft Prof. Dr. W. Haberling eine Beschreibung des Lebens des großen rheinischen Naturforschers und Begründers der modernen Physiologie Johannes Müller, welche sich besonders auf die Briefe des großen Forschers selbst und seiner Angehörigen, die bisher vollkommen unbekannt waren, stützen konnte. Er weist darauf hin, daß wir nun erst in der Lage sind, das Wesen Johannes Müllers recht eigentlich zu verstehen, welches bisher wegen seiner Verschlossenheit Fernstehenden gegenüber den meisten ein Rätsel war. Erst durch diese neuen Funde wird uns klar, daß auch der Mensch Johannes Müller die hohe Verehrung in gleicher Weise verdient, wie sie bisher schon vor aller Welt dem Forscher und Gelehrten gezollt wurde. Aber auch der Forscher gewinnt durch die Kenntnis seiner zahlreichen Briefe an hohem Interesse, da sie uns tief hineinführen in die Art seines Denkens und Forschens und uns Aufschluß über Zusammenhänge seiner Arbeiten geben, die bisher völlig dunkel waren.

Inhaltsverzeichnis.

I. Vorfahren, Kindheit und Jugend. 1801—1819. — II. Die Studentenzeit. 1819—1822. — III. Der erste Aufenthalt in Berlin. 1823—1824. — IV. Der junge Bonner Dozent. 1824—1827. — V. Die Bonner Jahre. 1828—1830. Die Berliner Naturforscherversammlung. Das Drüsenwerk. Die Bildungsgeschichte der Genitalien. — VI. Die letzten Jahre in Bonn. 1831—1833. Die Reisen nach Holland und Frankreich. Das Bellsche Gesetz. Untersuchungen über Blut und Lymphe. Die Berufung nach Berlin. — VII. Die ersten Jahre in Berlin. 1833—1836. Das Handbuch der Physiologie. Die vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Die Reise nach Wien. — VIII. Die Reisen nach London, Frankreich und Italien. Das Werk über den feineren Bau der krankhaften Geschwülste. Der glatte Hai des Aristoteles. Der zweite Band des Handbuches der Physiologie. Die Berufung Schönleins. Die systematische Beschreibung der Plagiostomen. 1837—1840. — IX. Die Reisen nach Schweden und Italien. Der Amphioxus. Die Asteriden. Die Ganoiden. Die Systematik der Singvögel. 1841—1844. — X. Die Reisen nach Helgoland und Helsingör. Die Entdeckung der Metamorphose der Echinodermen. Der Hydrarchus. Der Neubau der Anatomie. 1845—1847. — XI. Die Revolution in Berlin. Müllers Erkrankung. Die Reisen nach Bonn, Ostende, Marseille und Nizza. 1848—1849. — XII. Die Reisen nach Schleswig und Triest. Die Schnecken in den Holothurien. 1850—1852. — XIII. Reisen nach Messina und Helgoland. 1853—1854. — XIV. Die letzten Lebensjahre. Die Reise nach Norwegen. Der Schiffbruch. Die Reisen nach Zetto, Nizza und St. Tropez. Müllers Erkrankung und Tod. 1855—1858. — Anmerkungen, Personen- und Ortsverzeichnis.

Buchdruckerei von Robert Noske in Borna-Leipzig.

JUL 23 1925

ARCHIV

FÜR DIE

GESAMTE PSYCHOLOGIE

BEGRÜNDET VON E. MEUMANN

ORGAN DER GESELLSCHAFT FÜR EXPERIMENTELLE PSYCHOLOGIE

UNTER MITWIRKUNG

VON

N. ACH, E. BECHER, H. HÖFFDING, F. KIESOW, A. KIRSCHMANN, O. KLEMM, E. KRAEPELIN, F. KRUEGER, C. MARBE, G. MARTIUS, A. MESSER, R. SOMMER, G. STÖRRING, J. WITTMANN

HERAUSGEGEBEN VON

W. WIRTH

LI. BAND, 3. u. 4. HEFT

MIT 8 TEXTFIGUREN UND 1 AUSSCHLAGTAFEL

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

LEIPZIG

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H.

1925

Printed in Germany

Ausgegeben am 30. Mai 1925

Inhalt des 3. u. 4. Heftes.

Seite

O. H. Mergelsberg, Der Satz von der Ausschließlichkeit der Empfindungsgrundlage 273

Herbert Kleint, Über den Einfluß der Einstellung auf die Wahrnehmung. Mit 5 Figuren im Text 337

R. Pauli und A. Wenzl, Experimentelle und theoretische Untersuchungen zum Weber-Fechnerschen Gesetz. Mit 3 Figuren im Text 399

Ernst Jacob, Über Entstehung und Verwendung der Begriffe. Mit einer Tafel im Text 495

Literaturberichte:

Bruno Bauch, Das Naturgesetz. (*Gawronsky*) 540

Fritz Giese, Das außerpersönliche Unbewußte. (*Hermann Michel*) . . 541

Wilhelm Jerusalem, Einleitung in die Philosophie. (*A. Römer*) . . . 541

Otto Selz, Über die Persönlichkeitstypen und die Methoden ihrer Bestimmung. (*Hermann Michel*) 542

R. Heinrich, Über Komplexbildung und Assoziation. (*Busemann*) . . 543

Rudolf Brun, Das Leben der Ameisen. (*F. Pauli*) 544

E. G. Pringsheim, Methodik der Reizversuche an einzelligen Lebewesen. (*F. Pauli*) 545

Richard Hohenemser, Arthur Schopenhauer als Psychologe. (*F. Scola*) 545

Gustav Störring, Was soll uns Kant sein? (*H. Jancke*) 547

E. Utitz, Jahrbuch der Charakterologie. (*H. Jancke*) 549

Paul Maag, Geschlechtsleben und seelische Störungen. (*S. Fischer*) . 554

Werner Hartoch, Sexualpsychologische Studie zur Homosexualität. (*S. Fischer*) 554

Heinrich Többen, Über den Inzest. (*S. Fischer*) 555

A. Horneffer, Philosophie-Büchlein. Ein Taschenbuch für Freunde der Philosophie. (*A. Römer*) 555

August Messer, Der kritische Realismus. (*A. Römer*) 556

Emil Mattiesen, Der jenseitige Mensch. (*A. Römer*) 557

J. H. Leuba, The Immediate Apprehension of God according to William James and William E. Hocking in The Journal of Philosophy. (*A. Römer*) 560

(Aus dem Psychologischen Institut der Universität Köln.)

Der Satz von der Ausschliesslichkeit der Empfindungsgrundlage.

Von

O. H. Mergelsberg (Hagen).

Inhaltsverzeichnis.

Seite

A. Einleitung 275
I. Fragestellung 275
II. Methodologische Vorbemerkungen und Gang der Untersuchung . . 278
B. Ausführung 281
I. Das Problem der sinnlichen Raum-, speziell der Sehraumtiefe und seine Lösungsversuche 281
a) Die binokulare Tiefenempfindung 282
1. Die Analyse der Heringschen Tiefenempfindung 282
2. Die Hering-Hillebrandsche Auffassung und ihre Gegeninstanzen 288
α) Die Untersuchungsergebnisse von E. R. Jaensch und die binokulare Tiefe 288
β) Weitere Argumente gegen eine Tiefenempfindung überhaupt 289
1) Die Ablehnung einer binokularen Tiefenempfindung negiert auch die monokulare 289
2) Die sinnliche Lebhaftigkeit des Tiefeneindrucks zwingt nicht zur Empfindungsannahme 292
3) Die Tiefenwahrnehmung entsteht in der individuellen Erfahrung 293
3. Die Tiefenwahrnehmung auf Grund einer angeborenen Assoziation 296
b) Die raumhaften Empfindungen als Repräsentanten des leeren Raumes 297
1. „Luftfarbe", „Glasempfindung" und „Raumempfindung" . . 297
2. Die Analyse der raumhaften Empfindungen 299
c) Die Raumwahrnehmung auf Grund anschaulicher Sinnesmeldungen im Sinne unserer These 301

Seite
II. Erscheinungsweisen der Farben 307
a) Oberflächen-, Flächen- und Raumfarben 307
b) Das Problem des Hintereinandersehens geschlossener Farbflächen 308
1. Beobachtete Tatsachen und die Untersuchungsergebnisse von W. Fuchs 309
2. Bühlers Duplizitätstheorie und die Mosaikhypothese . . . 310
3. Deutung des Tatsachenkreises auf Grund anschaulicher Sinnesmeldungen 316
III. Das Lokalisationsproblem 320
a) Raumbewußtsein und Ortsbestimmung 320
b) Die Lokalisation der Berührungsempfindungen 322
c) Die Lokalisation der Sehdinge 324
IV. Die Entwicklung des subjektiven Zeitbewußtseins auf Grund elementarer Erlebnisformen 329
V. Das Erlebnis des anschaulichen Bewegungseindruckes 332
C. Schlußwort 335

Literaturverzeichnis.

(Die in den Fußnoten eingeklammerten Ziffern bezeichnen die hier im Literaturverzeichnis angeführten Arbeiten.)

1. Ackerknecht, Erwin, Theorie der Lokalzeichen. 1904.
2. Benussi, Psychologie der Zeitauffassung. 1913.
3. Benussi, Strobosk. Scheinbewegungen. Archiv für die gesamte Psychologie Bd. 24 (1912).
4. Brunswig, Alfred, Das Vergleichen und die Relationserkenntnis. 1910.
5. Bühler, K., Handbuch der Psychologie I. Teil 1. Heft: Die Erscheinungsweisen der Farben. 1922.
6. Bühler, K., Die Gestaltwahrnehmungen. Bd. 1. 1913.
7. Bühler, K., Die geistige Entwicklung des Kindes. 3. Aufl. 1922.
8. Dittler, Rudolf, Über die Raumfunktion der Netzhaut in ihrer Abhängigkeit vom Lagengefühl der Augen und vom Labyrinth. Zeitschr. f. Sinnesphysiol. 52 (1921).
9. Fröbes, J., Lehrbuch der experiment. Psychologie. Bd. 1. 2. Aufl. 1923.
10. Fuchs, Wilhelm, Untersuchungen über das Sehen der Hemianopiker und Hemiamblyopiker. Zeitschr. f. Psych. 84 (1920).
11. Fuchs, Wilhelm, Untersuchungen über das simultane Hintereinandersehen auf derselben Sehrichtung. Zeitschr. f. Psych. I, 86 (1921).
12. Helmholtz, Handbuch der Phys. Optik. Bd. 3. 3. Aufl.
13. Hering, Der Raumsinn und die Bewegungen des Auges. In Hermanns Handbuch der Physiologie Bd. 3 (1921).
14. Jaensch, E. R., Über den Nativismus in der Lehre von der Raumwahrnehmung. Zeitschr. f. Sinnesphysiol. 52 (1921).

15. Jaensch, E. R., Über den Farbenkontrast und die sogenannte Berücksichtigung der farbigen Beleuchtung. Zeitschr. f. Sinnesphysiol. 52 (1921).
16. Jaensch, E. R., Über die Wahrnehmung des Raumes. Zeitschr. f. Psych., Ergänzungsband 6 (1911).
17. Kaila, Eino, Versuch einer empiristischen Erklärung der Tiefenlokalisation von Doppelbildern. Zeitschr. f. Psych. 82 (1919).
18. Karpinska, Exp. Beiträge zur Analyse der Tiefenwahrnehmung. Zeitschr. f. Psych. 57 (1910).
19. Katz, David, Psychologische Versuche mit Amputierten. Zeitschr. f. Psych. 85 (1920).
20. Koffka-Kenkel, Beiträge zur Psychologie der Gestalt- und Bewegungserlebnisse. Zeitschr. f. Psych. 67 (1913).
21. Katz, David, Die Erscheinungsweisen der Farben und ihre Beeinflussung durch die individuelle Erfahrung. Zeitschr. f. Psych. 85 (1920).
22. Kroh, O., Über Farbenkonstanz und Farbentransformation. Zeitschr. f. Sinnesphysiol. 52 (1921).
23. Lasersohn, Kritik der hauptsächlichsten Theorien über den unmittelbaren Bewegungseindruck. Zeitschr. f. Psych. 61 (1912).
24. Lindworsky, Experimentelle Psychologie. 3. Aufl. 1923.
25. Lindworsky, Beiträge zur Lehre von den Vorstellungen. Arch. f. Psychol. Bd. 42 (1921).
26. Lindworsky, Zur Theorie des binokularen Einfachsehens. Zeitschr. f. Psych. 94 (1924).
27. Linke, Grundfragen der Wahrnehmungslehre. 1918.
28. Schumann, Beiträge zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen. Heft 3 und 4 (1909).
29. Schumann, Untersuchungen über die psychologischen Grundprobleme der Tiefenwahrnehmung. II. Abhandlung: Die Dimensionen des Sehraumes. Zeitschr. f. Psych. 86 (1921).
30. Wertheimer, Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung. Zeitschr. f. Psych. 61 (1912).
31. Wingender, Beiträge zur Lehre von den geometrisch-optischen Täuschungen. Zeitschr. f. Psych. 82 (1913).
32. Witasek, Psychologie der Raumwahrnehmung des Auges. 1910.
33. Wundt, Physiologische Psychologie. 6. Aufl. 1908/11.

A. Einleitung.

I. Fragestellung.

Aufgabe der folgenden Untersuchung soll es sein, den Satz: Was immer wir von der äußeren Dingwelt wissen, wissen wir ausschließlich auf Grund von Empfindungen, innerhalb der empirischen Psychologie als allgemeingültig nachzuweisen.

In dieser Form wurde der Satz zum erstenmal von Lindworsky[1]) versuchsweise aufgestellt, jedoch auf seine Allgemeingültigkeit bislang noch nicht systematisch geprüft.

Wollen wir gleich hier den Gegenstand der Abhandlung erstmalig abgrenzen, so haben wir uns mit allem zu befassen, was wir immer von der Dingwelt wahrnehmen.

Da psychologisch gesehen, unser gesamtes Wissen um die äußere Dingwelt sich auf irgendwelche Wahrnehmungen im gewöhnlichen Wortsinn notwendig gründen muß, so dürfen wir uns auf diese anschaulichen Inhalte beschränken und alles, und besonders das auf abstraktem Wege in Begriffen auskristallisierte Wissen ausschließen. Aber alles körperlich Gegenständliche mit Einschluß auch des eigenen Körpers in allen nur erlebbaren „Abschattungen" und Situationsformen bildet, sofern wir durch Wahrnehmungen anschauliche Kunde von ihnen erhalten, den Gegenstand dieser Untersuchung.

Eine flüchtige Analyse wird uns zuvor einige Ordnung in die reiche Fülle der Eindrücke schaffen und gleichzeitig wegweisend unser Programm gewinnen lassen.

Immer und überall finden wir uns im Räumlichen.

Weiter erscheint uns die Welt in der Reichhaltigkeit der Farben. Auch diese nehmen wir wahr neben- und hintereinander, sehen die rote Tonschale im bläulich schimmernden Wasser und das grüne Kupferdach eingehüllt mitten im gelbroten Abenddunst. Und die Farben selbst? Einmal haften sie fest und hart an der Oberfläche, ein anderes Mal liegen sie locker auf. Hier schließen sie den Raum ab weich oder bestimmt, dort erfüllen sie ihn ganz.

Dazu zeigt sich uns hier Konstanz und dort Veränderung und Übergang, teils langsam, teils schnell. Einiges geschieht jetzt und anderes ist geschehen.

Wir erleben die Zeit. Verändern aber annähernd konstantbleibende Inhalte ihren Ort, so nehmen wir Bewegung wahr.

Entsprechend dieser genannten Wahrnehmungsmannigfaltigkeiten wird unsere Abhandlung sich nacheinander mit den Problemen der Raumtiefe, der Farbenerscheinungsweisen, der Lokalisation, der Zeit und der Bewegung zu beschäftigen haben.

Wollen wir nun versuchen, die genannten Wahrnehmungsinhalte zu analysieren, so treffen wir zahlreiche rein sinnliche

1) „Zur Theorie des binokularen Einfachsehens und verwandter Erscheinungen." Zeitschr. f. Psychologie 94 (1924) S. 135 f.

Gegebenheiten an. Diese elementaren Empfindungen stellen überall eine gewichtige Komponente dar. Doch wenn es auch als gesichert angesehen werden muß, daß ich manches von den Dingen auf Grund dieser anschaulichen und elementaren Sinnesmeldungen weiß, so wäre es doch, wie schon bemerkt, von vornherein nicht ausgeschlossen, daß anderes Wissen (Tiefenwahrnehmung, Farbenerscheinungsweisen, Ortsbestimmung, Zeit- und Bewegungswahrnehmungen), das offensichtlich sich selbst nicht als elementare bzw. ursprüngliche Sinnesmeldung präsentiert, mit solcher überhaupt nicht notwendig verbunden sein müßte, so daß es mehr oder weniger unabhängig von dieser entstehen könnte.

In unserer These stellen wir nun die Behauptung auf, daß alles, was uns von den äußeren Dingen anschaulich gegeben ist (und so die Grundlage des Sachverhaltswissens bildet), ausschließlich auf Grund echter Empfindungsinhalte zustandekommt. Dabei verstehen wir (wie weiter unten näher ausgeführt) unter „echten Empfindungsinhalten" anschauliche Inhalte, wie sie durch einfache periphere Sinneserregung entstehen. Nicht aber denken wir in diesem Zusammenhang an die Einfachheit irgendwelcher Sinnesmeldungen oder gar an eine atomistisch gefaßte Zusammenfügung derartiger Empfindungsinhalte.

Will unser Satz Allgemeingültigkeit beanspruchen, so sehen wir uns vor die Aufgabe gestellt, bei den in Frage kommenden Erlebnissen rein empirisch nachzuweisen, daß alles Wissen um Außendinge allein ableitbar ist aus zwei Faktoren: nämlich 1. aus den anschaulichen Sinnesmeldungen und ihren komplexen Verbindungen und 2. deren erfahrungsmäßiger intellektueller Verarbeitung (dieses alles innerhalb der persönlichen Erfahrung), und daß in keinem Fall die Notwendigkeit vorliegt, zur Erklärung dieser oder jener Wissenskomponenten angeborene zentrale oder periphere (angeblich dem Sinnesorgan zuzuordnende) physiologische Mechanismen hypothetisch zu konstruieren, durch deren Funktion unter Ausschluß elementarer Empfindungen bereits komplexere psychische Gebilde (und daher durchaus nicht mehr Gebilde einfacher Sinnesmeldungen) als fertige Wissenszüge direkt vermittelt werden sollen.

II. Methodologische Vorbemerkungen und Gang der Untersuchung.

Alle hier zu behandelnden Theorien sind entgegen unserer Grundeinstellung dadurch ausgezeichnet, daß sie das über die anschaulichen Sinnesmeldungen Hinausgehende einem physiologischen (peripheren oder zentralen) Prozeß zuschreiben und jedenfalls nicht identisch sein lassen mit beziehlicher oder allgemein intellektueller und erfahrungsmäßiger Verarbeitung anschaulicher Sinnesmeldungen. Somit handelt es sich für uns um die Durchdenkung theoretischer Möglichkeiten, die ohne solche Einschaltung operieren.

Wir werden daher, womit die Methode unserer Untersuchung klargestellt sei, jede der fraglichen Theorien einzeln analysieren, indem wir

1. genau feststellen, was die Theorie eigentlich erklären will, mit anderen Worten, wo jene Schwierigkeit liegt, welche die vermeintliche Notwendigkeit physiologischer Hilfsapparate erfordert;
2. kurz skizzieren, wie jede dieser Theorien das Problem zu lösen versucht;
3. untersuchen, ob diese Erklärung nicht solche immanenten Schwierigkeiten und Unzulänglichkeiten aufweist, die näher besehen, ihren Wert indifferent oder gar negativ gestalten;
4. die für uns entscheidende Frage zu beantworten suchen, ob diese Theorien überhaupt notwendig sind, d. h. ob nicht an Stelle jener physiologischen Mechanismen reine anschauliche Sinnesmeldungen und ihre intellektuelle Verarbeitung zur Erklärung völlig ausreichend eingesetzt werden können.

In der Analyse jeder der oben genannten Wissensinhalte empfiehlt es sich, zunächst scharf abzuspalten, was unbestritten nach Meinung aller Forscher und für jedermann offensichtlich anschauliche Sinnesmeldung ist. Der Kürze halber bezeichnen wir sie als Sinneskomponente (SK). Dann ist zu fragen, ob und was nach Abspaltung dieser Komponenten noch übrigbleibt. Die restlichen Bestandteile mögen Restkomponenten (RK) genannt werden. Diese letzteren sind dann eingehender daraufhin zu prüfen, ob sie selbst letzten Endes sich ebenfalls als elementare Empfindungen oder deren Komplexe auffassen lassen.

Vor der Durchführung dieser Analyse ist es unbedingt erforderlich festzustellen, welche Eigenschaften wir als der Empfindung wesentlich ansehen. — Soll es sich um Kriterien handeln, die wohl allgemein anerkannt werden, so dürfen wir sie nur aus denjenigen Erlebnissen gewinnen, die unzweifelhaft und allgemein als Empfindungen angesprochen werden.

Wie leicht ersichtlich bleibt unter diesem Gesichtspunkt nur die Qualität als das einzig gemeinsame Prädikat der Empfindungen übrig. Hier aber begegnen wir der Schwierigkeit, daß die Qualität als jenes durchaus Singuläre und konkret Anschauliche nur vom Subjekt als unmittelbare seelische Tatsache erlebt und weder zureichend beschrieben noch genügend begrifflich bestimmt werden kann.

Da es aber in vorliegender Untersuchung von grundlegender Bedeutung ist, uns über Empfindungsinhalte möglichst eindeutig zu verständigen, so bleibt uns kein anderer Weg, als auf jene gemeinten Bewußtseinsinhalte einfach hinzuweisen.

Schauen wir durch einen gelochten Schirm ein Stücklein des wolkenlosen Taghimmels an, so haben wir innerhalb des kreisrunden Ausschnittes einen Inhalt vor uns, den wir als blau bezeichnen. Sehen wir dabei ab von allem anderen Sachverhaltswissen, von Vorstellungs- und Wahrnehmungsinhalten, wie Rahmen des Schirmes, Lochgestalt, Tiefenlokalisation und dergleichen mehr und wenden uns ausschließlich diesem Inhalt „blau" zu, so ist in diesem elementaren Wahrnehmungsinhalt „blau" dasjenige gegeben, was wir als einfache Empfindung bezeichnen wollen. In analoger Weise sei auch für die nicht optischen Sinnesgebiete auf ähnliche einfache Sinnesinhalte wie einfache Stimmgabeltöne, isolierte Druck- und Temperaturempfindungen hingewiesen. Alle diese sinnlichen Bewußtseinsgegebenheiten, sofern nur sie allein gemeint sind, stellen, um es nochmals zu betonen, für uns das dar, was in dieser Abhandlung unter anschaulichen Sinnesmeldungen, Empfindungen oder primären Wahrnehmungsinhalten verstanden werden soll.

Nach dem Gesagten ist einer Empfindung das Nur-Qualitätsein eigen, wobei jedoch bemerkt werden muß, daß optische und Tastqualitäten immer extensiv, d. h. räumlich ausgebreitet auftreten.

Könnte es jedoch mangels scharf erkennbarer Grenzen und infolge des komplexen und fluktuierenden Charakters seelischer

Erlebnisse hier und da zweifelhaft sein, ob dieses oder jenes Erlebnis als Empfindung, d. h. als einfache anschauliche Sinnesmeldung zu bezeichnen sei, so ist jedesmal zu untersuchen, ob bei dem in Frage gestellten Psychischen eine weitere Analyse möglich ist, durch welche mehrere selbständige Inhalte aufzeigbar wären.

Die Selbständigkeit eines Empfindungselementes aber gilt dann als gesichert, wenn es möglich ist, dieses für sich anschaulich vorzustellen.

Da sich bei den bis heute bekanntgewordenen Sinnesgebieten in allen Fällen ein anatomisch nachweisbarer Reizaufnahmeapparat aufzeigen läßt, durch dessen Funktionieren eine Zuordnung zwischen einem äußeren Reiz einerseits und einer phänomenologisch deutlich abgrenzbaren Empfindung andrerseits konstatiert werden kann, so ist es keine Empfehlung, neue Empfindungen einzuführen, denen ein Sinnesapparat nicht zugewiesen werden kann.

Wurde bisher versucht, Empfindungen rein psychologisch von anderen Bewußtseinsinhalten abzugrenzen, so können wir zu ihnen gewissermaßen auch von biologischer Seite geführt werden.

Reizen wir irgendein Sinnesorgan derart, daß im peripheren Aufnahmeapparat (oder auch im leitenden Nerven selbst) möglichst nur ein nervöses und elementares Endgebilde affiziert wird, dann kommt der auftretende Bewußtseinsinhalt dem nahe, was wir als einfachen anschaulichen Sinnesinhalt oder als Empfindung bezeichnen.

Den nichtempfindungsmäßigen Wissenskomponenten (RK) gegenüber erhebt sich jetzt die für uns entscheidende Frage, ob solche lediglich aus Sinneskomponenten und deren empirisch psychischer Verarbeitung abgeleitet werden können oder ob zu ihrer sinnvollen theoretischen Deutung Faktoren rein zentral-physiologischer Art postuliert werden müssen.

Würde auch nur in einem einzigen Fall der Nachweis der Notwendigkeit dieser letztgenannten Deutung erbracht, so wären wir natürlich gezwungen, unsere These als allgemeingültigen Satz fallen zu lassen.

Im Verlauf der Abhandlung können hier jene strittigen Fälle, welche die durchgängige Gültigkeit unserer These scheinbar in Zweifel ziehen, nur dann richtig diskutiert werden, wenn immer und überall streng darauf geachtet wird, daß unser Leit-

satz nur in dem von uns umschriebenen Sinn verstanden wird.

Es könnte sich nämlich herausstellen, daß vielleicht manches, was bislang unter dem Namen Empfindung passierte, nach unseren Darlegungen dem Begriff nicht entspricht. Aus diesem Grunde dürfen wir uns noch nicht zufrieden geben, wenn überhaupt anschauliche Sinnesmeldungen zugestanden werden, sondern es ist der Satz nur dann als zu Recht bestehend anzuerkennen, wenn Empfindungen im oben erläuterten Sinn die alleinige Grundlage unseres Wissens bilden, ohne welche kein Wissen, gleich welcher Art, uns zukommen kann.

B. Ausführung.

I. Das Problem der sinnlichen Raum-, speziell der Sehraumtiefe und seine Lösungsversuche.

Im Sinne unserer methodischen Bemerkungen ergibt sich für unsere Raumvorstellung als nächste Frage: Welches sind denn in diesem Fall die anschaulichen Sinnesmeldungen, auf Grund derer mit Hilfe intellektueller Verarbeitung die Raumvorstellung zustandekommt?

Wir beginnen mit dem Tastraum, der, wie wir heute annehmen müssen, auch für sich allein ein völlig durchgebildetes und dem Gesichtsraum irgendwie analoges Raumbewußtsein vermitteln kann. Als die sinnlichen Grundlagen der Tastraumvorstellung, wenigstens soweit die einfache flächenartige Ausdehnung des räumlichen Nebeneinander gemeint ist, müssen wir die Tastempfindung ansehen.

Die nativistisch-empiristische Streitfrage ist heute wohl dahin entschieden, daß zur Qualität der Tastempfindungen die Ausdehnung untrennbar hinzugehört und daß damit die Empfindungsgrundlage des Tastraumes gegeben ist.

In ähnlicher Weise stellen wir für den Sehraum fest, daß wir überall auf einfache ausgedehnte Gesichtsempfindungen stoßen, die wir Farbqualitäten nennen. Die Anordnung mehrerer solcher elementarer Tast- und Sehqualitäten tritt bewußtseinsmäßig als kontinuierlich ausgedehntes Nebeneinander auf, ist aber, wie später beim Lokalisationsproblem gezeigt wird, bereits ein Produkt der Verarbeitung der grundlegenden betreffenden

Empfindungen. Ist es bezüglich des Tastraumes und des Zweidimensionalen im Sehraum noch verhältnismäßig einfach, die elementaren sinnlichen Grundlagen aufzuzeigen, so herrschen über die sinnlichen Grundlagen der Tiefe bis heute noch weitgehende Meinungsdifferenzen. Wir werden uns daher im folgenden ausführlicher mit der optischen Raumtiefe zu beschäftigen haben. Eine kurze phänomenologische Übersicht wird uns dazu verhelfen, das eigentliche Kernproblem des Tiefensehens aufzuhellen.

a) Die binokulare Tiefenempfindung.

Wenn wir bei unserem Sehen von der Wahrnehmung der Tiefe reden, so können wir den anschaulichen Tatbestand wiedergeben, indem wir sagen, daß wir die Dinge nicht nur neben-, sondern auch hintereinander wahrnehmen können. Freilich ist dieses Hintereinander mit dem Nebeneinander nicht direkt in Analogie zu setzen, denn wir sehen doch nicht in zweidimensionaler Ausdehnung rein empfindungsmäßig ein Ding vollständig und lückenlos hinter einem anderen Ding, sondern es wird ein Teil der hintenliegenden wirklichen Gegenstände durch die vorderen verdeckt. Die sichtbaren Teile hintereinanderliegender Gegenstände oder die Sehdinge derselben ordnen sich also im Gesichtsfeld nebeneinander nach allen nur möglichen Richtungen. Das Problem könnte also folgendermaßen formuliert werden: Wie kommt es, daß diese Dinge hintereinander und nicht nur nebeneinander gesehen werden, trotzdem sie rein optisch eigentlich rein nebeneinander und nicht hintereinander sichtbar sind?

1. Die Analyse der Heringschen Tiefenempfindung. Der Kern- und Angelpunkt der Heringschen Theorie des Tiefensehens ist die unmittelbar vermittelte Tiefenempfindung: das Hintereinander der Dinge im Sehraum samt den damit gegebenen Tiefendistanzen wird psychisch repräsentiert durch Empfindungen, die uns Tiefenqualitäten vermitteln. Wollen wir die wichtige Frage nach der Berechtigung dieser Empfindungen beantworten, so empfiehlt es sich, wie einleitend bereits betont worden ist, durch deskriptive Analyse irgendeiner konkreten Tiefenwahrnehmung zu den unzweifelhaften sogenannten Sinneskomponenten (SK) vorzudringen. Mit Absicht sei dazu eine Gesichtswahrnehmung gewählt, die an

Lebensfrische keiner unserer optischen Durchschnittswahrnehmungen nachstehen soll:

Mein Platz ist eine Ruhebank im sommerlichen Park, im Vordergrund eine Blumenanlage nebst einer größeren Rasenfläche, die von Baum- und Strauchgruppen umrahmt ist. Was in dieser Wahrnehmung, die ich habe, indem ich mir die Landschaft ansehe, an visuellen Sinnesdaten sich findet, ist zunächst wohl eine Mannigfaltigkeit ausgedehnter, bunter Farbkomplexe in verschiedener Helligkeit und Reinheit. Ohne weiteres wird man zugeben müssen, daß diese Bewußtseinsinhalte, soweit ich nur ihnen meine Beachtung zuwende, sie gleichsam im Bewußtseinsbestand isoliert erfasse, phänomenal als Empfindungskomplexe anzusprechen sind, die ich unzweifelhaft als Sinneskomponenten (SK) bezeichnen darf. Hiermit aber ist der Inhalt meiner Wahrnehmungen noch lange nicht erschöpft, denn ich sehe die Allee sich nach *rechts* erstrecken, *schräg links* vor mir den Wasserspiegel glänzen, *über mir* die Baumwipfel, *durch sie hindurch* den blauen Himmel, und *unter mir* verläuft der Wegrand. Von diesen Richtungen oder Ortsbezeichnungen wird weiter unten (S. 290 ff.) ausführlicher die Rede sein.

Dringt mein Blick in die Tiefe, so sehe ich die Dinge in den verschiedensten Entfernungen vor mir und nehme auch *Tiefendistanzen* zwischen den Dingen unter sich wahr. Die außerordentliche Plastik der Landschaft scheint mir den frischen Eindruck des sinnlich Qualitativen zu machen. Ich sehe die dicken, runden Baumstämme *so*, als könnte ich sie mit dem Blick umfassen. Nun schließe ich das linke Auge. Fast zur selben Zeit hat der körperliche Eindruck erheblich verloren, und doch ist das Wahrgenommene noch lange nicht flächenhaft, bildhaft geworden. Ein Rest von Plastik bleibt bestehen.

Jetzt aber unterlasse ich die Augenbewegungen und fixiere 5 m von mir entfernt eine weiße Warnungstafel, und zwar die linke untere Ecke derart, daß ich ohne Augenbewegungen auch die angrenzende grüne Fläche des Hintergrundes beachten kann. Wieder muß ich eine Abschwächung des plastischen Eindrucks feststellen. Doch ich fixiere und beobachte weiter, indem ich versuche, mich möglichst passiv dem Farbigen und unmittelbar Gegebenen hinzugeben. Nach etwa 10—15 Sekunden verschwindet das Körpersehen vollständig, das Ganze wird fast bildhaft; aber ganz so darf ich es doch nicht nennen, denn dem

bildhaften Eindruck fehlt hier die ebene Fläche und die festliegende Distanz. Während ich noch mehrere Sekunden (40—60) in der starren Fixation fortfahre und mich bemühe, nicht an die Landschaft als Wirkliches, Plastisches zu denken, nimmt auch das Sinnhaltige des „Bildes" ab. Trotzdem der „Sinn", d. h. hier, die Gruppen von Sträuchern und Baumstämmen, Rasenflächen und Weg als solche sich in gewissen Zeiten wieder bemerkbar machen und vordringen, sehe ich in ganz kurzen Zwischenzeiten das Ganze nur als bunte Farbenfläche, als Summen von Farbenempfindungen, als völlig Fremdartiges und Ungewohntes. Aber wie schon bemerkt, gelingt es nur wenige Sekunden nacheinander, den interessanten Eindruck festzuhalten. Die Sinnesgestalten drängen sich gleich wieder vor, und das Bild verändert sich sofort, wobei die Tiefenwirkung aber noch ausbleiben kann.

Sobald ich jetzt den Blick (bei einäugigem Sehen) wieder wandern lasse und vor allem daran denke, daß ich die Parklandschaft betrachte, tritt die abgeschwächte Plastik wieder auf. Die günstigste Bedingung für das Eintreten des erwähnten Phänomens (Verschwinden der Tiefenqualität und der Sinnhaltigkeit) ist gegeben, wenn ich mich völlig passiv dem Eindruck hingebe, nicht an Park, Sträucher und Bäume denke, sondern an gar nichts. Elementares oder primäres Sehen oder Wahrnehmen möchte ich in Ermangelung eines besseren Ausdrucks diese Wahrnehmungsweise von reinen Empfindungskomplexen nennen.

Die normale optische Wahrnehmungsweise, wie sie bei unbefangener Betrachtung uns eigen ist, die mir auch hier die plastische, sinnhaltig „gestaltete" Landschaft vermittelt, sei einstweilen im Gegensatz zum primären als sekundäres Wahrnehmen bezeichnet.

Zur näheren Kennzeichnung des Unterschiedes zwischen beiden Wahrnehmungsweisen sei hinzugefügt, daß ich unter sekundärer Wahrnehmung die durch die Pragmatik des Lebens, d. h. durch die Zweck-, Handlungs-, Beziehungs- und Wissensverbundenheit der Wahrnehmungsfundamente (Empfindungen und primäre Wahrnehmungen) bedingte Wahrnehmungsweise verstehen will. Diese erst ist im eigentlichen Sinn „Erfahrung". Der charakteristische Unterschied zwischen primärem und sekundärem Wahrnehmen kann also als Unterschied der Einstellung angesehen werden, ein Unterschied, dessen Tragweite

auch für den Ausfall von Selbstbeobachtungsprotokollen durchaus nicht unwesentlich sein dürfte.

Doch fahren wir in der Analyse des Tiefensehens fort, indem wir nunmehr versuchen, den gleichen Eindruck bei binokularem Sehen hervorzurufen. Nach einiger Übung gelingt es mir auch hier, den nichttiefenmäßigen Eindruck hervorzurufen. Nur einen Unterschied nehme ich wahr: der Abstand des fixierten Punktes von mir, der bei monokularer Betrachtung unbestimmt bleibt, sobald ich Fixationsobjekte wählte, deren Entfernung mir vorher nicht bekannt war, verwandelt sich bei zweiäugigem Sehen in einen nach Metern abschätzbaren und anschaulich wahrzunehmenden Abstand. Somit konnte ich feststellen, daß auch der Tiefeneindruck bei binokularem Sehen verschwinden und den scheinbar unwiderstehlichen anschaulichen Charakter verlieren kann. Ein derartiges Verschwinden ist bei den uns bekannten Empfindungsinhalten, beispielsweise bei wahrgenommenen Farbqualitäten, natürlich in dieser Art niemals festzustellen. Auf Grund dieser vorläufigen Analyse erscheint es schon jetzt bedenklich, beim Wahrnehmen der Tiefe von Empfindungen zu sprechen.

Um aber die Frage, ist dem visuell gebotenen und bewußten Tiefenmoment Empfindungscharakter zuzusprechen, rein phänomenal zu entscheiden, erscheint es zweckmäßig, die (s. S. 279) entwickelten Empfindungskriterien heranzuziehen.

Können wir dem Kerninhalt einer Tiefenempfindung Qualitätscharakter im obigen Sinne zuerkennen oder nicht? Auf der roten Decke meines Arbeitstisches liegen zwei blaue Bleistifte. Der erste (a) ist annähernd 40, der zweite (b) 50 cm von meinen Augen entfernt. Damit der Tiefeneindruck recht deutlich wird, beträgt der senkrechte Abstand zwischen Augen und Tischplatte 10 cm. Ich habe entsprechend den Objekten a und b die Wahrnehmung der Tiefe α und β. Sind mir nun die Inhalte α und β gegeben wie beliebige Sinnesqualitäten rot oder Ton a? Doch gewiß nicht. Wohl habe ich gestaltete sinnliche Inhalte als optische Qualitäten. Diese aber sind von den Inhalten α und β wohl zu unterscheiden. Ich brauche nur ein Auge zu schließen und den Blick zu fixieren, dann bleiben die gestalteten sinnlichen Farbinhalte bestehen, der Tiefeneindruck schwächt sich ab oder verschwindet ganz, wie in obiger Analyse ausführlich beschrieben wurde. Dann liegen a und b übereinander. Zwischen ihnen sehe ich das Rot. Ich weiß dabei (wie mir aus der Er-

fahrung bekannt), daß in Wirklichkeit b nicht über, sondern hinter a liegt. Tastet man bei dieser Wahrnehmungsweise von a hinauf nach b, so ist man trotz des Besserwissens etwas überrascht, daß der Finger im Leeren herumfühlt und b nicht fassen kann. Erst bei Augenbewegungen wird die Tiefe wieder wahrgenommen, aber nicht „gesehen", wie ich die erwähnten sinnlichen Inhalte sehe. Da als Empfindungen in unserem Sinn nur sinnlich wahrnehmbare Inhalte in Frage kommen, denen das „Nur-Qualitätsein" eigen ist, gelingt es nicht, eine sinnlich wahrnehmbare „Nur-Tiefenqualität" zu entdecken. (Man erinnere sich an das Berkeleysche Argument und seine Behandlung.) Den sinnlichen Farbinhalten a oder b ist irgendeine Tiefe nicht eigen. Die Erscheinungen bei genügend gesicherter primärer Einstellung beweisen das zweifellos. Da aber die Tiefenwahrnehmung als Bewußtseinsinhalt nicht wegzuleugnen ist, so muß sie auch aufgezeigt werden können. Dafür, daß ich sage, a und b werden in Tiefe α und β wahrgenommen, kann ich, ohne dem Tatbestand Gewalt anzutun, einsetzen: a hat diesen, b jenen Abstand. Dieses Abstandserlebnis mit seinen Relaten und der wesensbedingten Beziehung, die sich in dem „von mir", „zu mir", „zueinander" usw. ausdrücken läßt, ist, das wird wohl allgemein zugestanden werden müssen, sicherlich kein elementarer sinnlicher Inhalt, wie wir ihn für eine Empfindungsqualität fordern müssen. Es kann also der Tiefeneindruck oder, was das gleiche besagt, der anschaulich erfaßte Abstand zwischen mir und dem Ding oder zwischen den Dingen unter sich nicht als Empfindung in unserem Sinn bezeichnet werden.

Es mag nun die Versuchung nahe liegen, auf Grund der tatsächlich vorhandenen sinnlichen Anschaulichkeit der Sehtiefe auf den Empfindungscharakter zu schließen. Wir werden aber an anderer Stelle sehen, daß manche andere Phänomene unserer Sinneserfahrung auf uns den gleichen sinnlichen Eindruck machen, ohne daß sie als Empfindungen angesprochen werden müßten. Es wird an anderer Stelle unsere Aufgabe sein, nachzuweisen, daß wir das sinnlich-anschauliche Moment aller dieser Wahrnehmungsinhalte einschließlich der Tiefe auch erklären können, ohne die Annahme von besonderen primären Empfindungsinhalten machen zu müssen. Die unmittelbare sinnliche Anschaulichkeit allein verbürgt den Charakter der Empfindungsqualität auch deshalb nicht, weil es zum Wesen der Qualität

gehört, als etwas letzthin Singuläres, Individuelles erlebt zu werden.

Ordnen wir mehrere gut unterscheidbare Qualitäten a, b, c, d der gleichen Modalität in eine Reihe, so macht es eben diese Individualität unmöglich, daß a für b, c oder d eintreten kann. Noch weit weniger aber, daß die zu Anfang stehende Qualität willkürlich nach beiden Richtungen hin in die Endqualität der Reihe ohne Übergang umschlagen kann. Ordnen wir nun eine Reihe „raumhafter Empfindungen" nach dem Tiefenmoment, so bilden die Gegebenheiten des „sehr nah" und „sehr fern" sicherlich doch Werte, die an entgegengesetzten Stellen dieser Reihe zu denken sind. Nun ist es aber eine oft erfahrene Tatsache, daß bei monokularer Betrachtung ein nahgelegener, leuchtender Punkt im Dunkeln besonders unter Hinzutreten von Erfahrungsmotiven plötzlich in weite Fernen fliegen kann. (Ähnliche Tatsachen finden wir bei der Wahrnehmung der Hörtiefe, die doch auch kaum jemand als primäres Empfinden wird bezeichnen wollen.) Diese Entfernungsinvertierbarkeit ist im Laboratoriumsversuch durch Eintreten von Erfahrungskriterien monokular oder binokular erreichbar und in hohem Grade der Übung unterworfen. Es läge hier der Fall vor, daß die *eine* „Tiefenqualität" *für eine andere*, die in der Ordnungsreihe der gleichen Modalität weit von ihr fernsteht, eintreten kann. Aus keinem der uns bisher bekannten Sinnesgebiete läßt sich ein Analogon dazu finden. Der Hinweis auf den Sukzessivkontrast ist hier unzulässig, da dieser im Gegensatz zur Invertierbarkeit *nicht* auf Grund hinzutretender Vorstellungen, also willkürlich hervorgerufen werden kann, sondern nur unter gewissen angebbaren einfachen Bedingungen unwillkürlich, rein *zwangsmäßig* und in *bekannter* und relativ einfacher Gesetzmäßigkeit abläuft.

Den „raumhaften" Empfindungen der verschiedenen Tiefen, wie sie in den einzelnen Wahrnehmungen uns entgegentreten, fehlt endlich auch das für eine Empfindung wesentliche Merkmal der Einfachheit.

Zunächst läßt sich überhaupt kein *einfacher* Sinnesinhalt finden, der uns darüber unterrichten könnte, in welcher Tiefe ein Gegenstand erscheint. Wird eine bestimmte Tiefe gesehen, so lassen sich stets Erfahrungskriterien und Aufmerksamkeitseinflüsse dafür verantwortlich machen. Fehlen sie aber, so haben wir keine *bestimmte Tiefe* mehr. Wir nehmen dann

weiter nichts wahr, als daß sich ein Ding in einer gewissen, nicht näher angebbaren Entfernung von uns befindet. Allerdings liegt in dieser Abstandswahrnehmung ein sinnliches Moment verborgen, das, wie bereits gesagt, später erörtert werden soll. Aber außer diesem Moment ist mit jeder Abstandswahrnehmung immer notwendig ein Lokalisationsmoment verbunden. Wir gehen sogar einen Schritt weiter und sehen in diesem Lokalisationsmoment das Wesentliche der Tiefenwahrnehmung. Vergleichen wir die Erlebnisse des „höher", „tiefer", „rechts", „links" usw. mit dem „vor mir in gewisser Tiefe", so darf doch wohl behauptet werden, daß alle diese Inhalte nicht nur den gleichen Grad sinnlicher Anschaulichkeit haben, sondern daß sie in ihrer Eigenart phänomenal eng miteinander verwandt sind. Die Ortsbestimmung und das anschauliche Moment der Tiefenwahrnehmung sind immer eng miteinander verbunden. Sollte sich aus der weiteren Untersuchung zeigen, und wir werden diese Deutung, wie mir scheint, mit gutem Recht vorbringen können, daß das anschauliche Moment sowohl bei der Tiefenwahrnehmung als auch bei allen anderen Ortsbestimmungen im eigentlichen Sinn nur den mit ihnen immer gleichzeitig gegebenen elementaren optischen Sinnesmeldungen zuzuschreiben ist und das Lokalisationsmoment, wie es jeder Tiefenwahrnehmung eigen ist, wegen seines komplexen Charakters auch nicht als Ortsempfindung angesprochen werden darf, so würde sich daraus die Ablehnung des Empfindungscharakters der Tiefenwahrnehmung von selbst ergeben.

Nach dem Gesagten fassen wir das Ergebnis der Analyse der Tiefenwahrnehmung dahin zusammen, daß der Tiefenwahrnehmung als einem komplexen Gebilde der Empfindungscharakter in unserem Sinn nicht zugesprochen werden darf.

2. Die Hering-Hillebrandsche Auffassung und ihre Gegeninstanzen. Diese unsere Feststellung wird besonders in jüngster Zeit durch mancherlei Resultate experimenteller Arbeit und phänomenologischer Überlegung gestützt. Da es zu weit führen würde, alle diese Gegenargumente im einzelnen anzuführen, begnügen wir uns bezüglich der Hering-Hillebrandschen binokularen Tiefenempfindung mit einer kurzen Zusammenstellung nach E. R. Jaensch.

a) Die Versuchsergebnisse von Jaensch, die wir im folgenden unter I bis IV kurz aufführen, stehen mit dieser Auf-

fassung von der primären Funktion der Querdisparation nicht in Einklang.

I. Der Fundamentalversuch in der Lehre von der Tiefenwahrnehmung bezüglich des Kovarianten-Phänomens (Ko. Ph.) ist unvereinbar mit der herkömmlichen Lehre der Heringschen Schule.

II. Die experimentelle Analyse des Panum-Phänomens, nach Jaensch eine der Hauptstützen der Heringschen Theorie, ergab Resultate, welche bei Annahme der Theorie nicht verständlich gemacht werden können. Es darf hier nicht unerwähnt bleiben, daß dieses Argument gegen Hering in einer neueren Arbeit von Hans Henning[1]) zurückgewiesen wird. Da eine völlige Klärung dieser Streitfrage noch aussteht, soll hier nicht weiter darauf eingegangen werden.

III. Der Glühfädenversuch ergibt: „Querdisparation von hinreichend großem Betrag, um unter gewöhnlichen Verhältnissen einen beträchtlichen und sinnfälligen Tiefeneindruck herbeizuführen, braucht keinen Tiefeneindruck zu erzeugen, wenn das Wandern der Aufmerksamkeit infolge akzessorischer Umstände unterbleibt."[2])

IV. Das Tiefensehen ist erziehbar, unterliegt also in hohem Grade der Übung. Soweit die Ergebnisse von E. R. Jaensch.

β) Es würde zu weit führen, das die Hering-Hillebrandsche Theorie belastende Material, welches in der neuen Literatur anzutreffen ist, ausführlich zu erörtern. Wir begnügen uns daher, in Anlehnung an die Ausführungen von J. Fröbes, im folgenden einige weitere Instanzen näher auszuführen, welche die Annahme der Tiefenempfindungslehre nicht gerade empfehlenswert machen.

1) Die Tiefenempfindung des Einäugigen: Die unvoreingenommene Vergleichung der bin- und monokularen Tiefenwahrnehmung zeigt, daß beide Phänomene qualitativ gleichartig sind. Wäre es nicht der Fall, so bliebe es immerhin auffällig, daß die Sprache für die Scheidung zweier qualitativ verschiedener Eindrücke keine Bezeichnung aufzuweisen hat. Die Frage findet in einfacher Weise ihre Beantwortung, wenn man sich vergegenwärtigt, worin dieser Unterschied besteht.

---

1) „Herings Theorie des Tiefensehens, das Panumsche Phänomen und die Doppelfunktion" von Hans Henning. Fortschritte der Psychol. V. Bd. S. 143 ff.

2) (16) S. 69.

Unzweifelhaft zunächst doch darin, daß die binokulare sinnliche Tiefe mit starker sinnlicher Lebhaftigkeit sich uns aufdrängt. Will man diese sinnliche Lebhaftigkeit näher beschreiben, so könnte man sie als Plastizität, als scharfe Abhebung einzelner Sehdinge untereinander oder auch als klare Sonderung von Tiefenschichten bezeichnen. Diese schärfere Abhebung der Flächen innerhalb der dritten Dimension ist aus der anatomischen Grundlage der Querdisparation zu verstehen, da hierdurch ein Präzisionsmaß von ungewöhnlicher Feinheit gegeben ist. Die gröbere Tiefenschichtung übernimmt dann der Konvergenzapparat. Durch ihn werden die einzelnen Kernflächen in bestimmten Reihen von Entfernungsgrößen angeordnet. Ihr ständiges Zusammenwirken läßt uns diese Sonderung in beiden phänomenalen Gegebenheiten Kern- und Nichtkernfläche einerseits und der Reihe der Entfernungsgrößen andererseits normalerweise nicht bewußt werden. Jene Tiefeneindrücke aber, bei denen nur weit entfernte Dinge gesehen werden und bei deren Zustandekommen weder der eine noch der andere dieser beiden physiologischen Mechanismen, wie auch als dritter die Akkomodation nicht in Frage kommen kann, werden durch kompliziertere zentrale Prozesse rein empirischer Art vermittelt. Das Plus an sinnlicher Lebhaftigkeit, das dem zweiäugigen Sehen eigen ist, liegt darin begründet, daß einerseits bei Reizung zweier genügend weit voneinander entfernter querdisparater Netzhautelemente zur Vermeidung störender Doppelbilder die Kernflächen scharf und in feiner Abstufung herausgefaßt werden können, und andererseits wird uns simultan dasjenige geboten, was bei einäugigem Sehen nur durch seitliche Kopfbewegung sukzessiv vermittelt werden kann, daß wir nämlich die in oder auch die dicht vor oder hinter der Kernfläche gelegenen objektiv dreidimensionalen Körper tatsächlich so sehen, als ob wir gewissermaßen den Körper mit unserem Blick umfassen könnten. Man kann diesen Unterschied der Plastik im Stereoskop feststellen, sobald man erst zwei genau identische und dann zwei stereoskopisch aufgenommene Bilder betrachtet.

Daß aber trotzdem die Tiefenwahrnehmung des einen Auges und die Wahrnehmung größerer Tiefen bei zweiäugigem Sehen einerseits von der Wahrnehmung geringerer Tiefen mittels Konvergenz und Querdisparation wesentlich nicht verschieden ist, ergibt sich daraus, daß wir beim Betrachten einer

Landschaft jene Grenzen „zwischen beiden Tiefen" durchaus nicht bemerken, ja, wohl überhaupt nicht genau angeben können, wo denn nun jene eigentliche primär „empfundene" Tiefe aufhört und die sekundäre oder „wahrgenommene" Tiefe beginnt. Daß aber wirklich ein Unterschied vorliegt, wenn man eine nahe und eine erheblich weitere Tiefe wahrnimmt, ist selbstverständlich überhaupt nicht zu leugnen. Aber ist es nicht den Tatsachen doch wohl besser angepaßt zu sagen, daß dieser Unterschied ein solcher der sinnlichen Lebhaftigkeit, Deutlichkeit oder Ausgeprägtheit ist? Der Deutlichkeits- oder Ausgeprägtheitsgrad wächst aber bekanntlich mit dem Einsetzen der physiologischen Faktoren von Akkomodation, Konvergenz und Querdisparation. Daß hauptsächlich unter Mitwirkung der physiologischen Faktoren größere sinnliche Tiefe erzeugt wird, ist natürlich nicht so zu verstehen, als ob diese Faktoren unmittelbar auf die Tiefenreize mit einer besonderen Empfindung antworteten, wie gewisse Schwingungen von Ätherwellen Farbempfindungen erzeugen. Diese größere sinnliche Lebhaftigkeit ist, wie oben erwähnt, durchaus empirisch zu deuten. Aus dem soeben Gesagten heraus erscheint es also nicht zulässig, bei der einen Art des binokularen Sehens, nämlich jener, bei der es sich um geringere Entfernungen handelt und daher die physiologischen Faktoren besonders starken Einfluß haben, von empfundener Tiefe oder der eigentlichen Tiefenwahrnehmung (Empfindung) zu sprechen und bei der anderen (die binokulare Wahrnehmung großer Entfernung und die monokulare Tiefe) etwas qualitativ, d. h. wesentlich Andersartiges, eben nur eine Tiefenvorstellung, anzunehmen.

Übrigens sei an dieser Stelle bemerkt, daß der Name Tiefenvorstellung für die Wahrnehmung der eben bezeichneten Tiefen überhaupt nicht glücklich gewählt ist. Der Ausdruck ist unklar, denn in welchem Sinn soll hier von Vorstellung gesprochen werden. Vorstellungen sind nach dem herrschenden psychologischen Sprachgebrauch psychische Gegebenheiten, die nur auf Grund ähnlicher (entsprechender) Empfindungen oder Empfindungskomplexe zustandekommen, jedenfalls aber reproduktive Elemente früherer sinnlicher Wahrnehmungen ausmachen. Will man aber nun eine Art der binokularen Tiefenwahrnehmung allein als empfindungsmäßig gegeben anerkennen und sie scharf von allen anderen Tiefenwahrnehmungen unterscheiden, so ergibt sich daraus, daß es nicht nur unklar, sondern

geradezu irreführend ist, jene zweite gleichsam minderwertige Tiefe als vorstellungsmäßig entstandene Tiefe zu bezeichnen, denn weil diese Tiefen, zumal bei Einäugigen von Geburt an, niemals empfindungsmäßigen Charakter haben, können sie wegen dieses Mangels an sinnlicher Grundlage keine reproduktiven Elemente liefern, also vorstellungsmäßig niemals entstehen. Wenn wir aber trotzdem mit Recht von Sehtiefenwahrnehmung sprechen und die binokulare Sehtiefe nicht als Empfindungsgrundlage der Sehtiefenwahrnehmung ansehen können, so sind wir verpflichtet, die etwa geforderten sinnlichen Grundlagen der Tiefenwahrnehmung, soweit diese noch nicht genannt wurden, aufzuzeigen. Die Beantwortung dieser Frage soll wegen des inneren Zusammenhanges später bei der Begründung des Lokalisationsproblems in § III versucht werden.

Wir können unsere obige Erörterung also dahin zusammenfassen, daß wir sagen: Es gibt unter den sinnlich wahrnehmbaren Sehtiefen keinen Unterschied, den man als qualitativ bezeichnen könnte, denn in diesem Fall wäre 1. die Tatsache der Wahrnehmungen von Tiefen größerer Entfernung eine rationale, 2. läßt sich phänomenal kein wesentlicher Unterschied von Tiefenwahrnehmungen auffinden. Der Unterschied aber, den wir hier als Unterschied der Ausgeprägtheit bezeichnen, ist durch die verschieden starke Beteiligung rein physiologischer und rein psychologischer Faktoren verständlich zu machen.

2) Für den Empfindungscharakter gewisser binokularer Tiefenwahrnehmungen wird von seiten der Hering-Hillebrandschen Theorie auf die oft erwähnte „unnachahmliche" sinnliche Lebhaftigkeit jener binokularen Sehtiefe, welche mittels Querdisparation zustandekommt, hingewiesen. Wir werden später Gelegenheit haben, darauf hinzuweisen, daß der anschauliche Charakter bestimmter Wahrnehmungen nicht dazu verführen darf, aus diesem Grund den an sich komplexen Wahrnehmungsgebilden Empfindungscharakter zuzuschreiben. Empfindungs- und Vorstellungsdaten können dermaßen fest miteinander verschmolzen sein, daß man diese Verschmelzungsprodukte als sinnliche Empfindungskomplexe zu bezeichnen geneigt ist. An dieser Stelle sei nur kurz auf analoge Erscheinungen hingewiesen. Landschaften und andere Bilder, durch den Verant gesehen, stehen an sinnlicher Frische und Plastik den durch das Stereoskop gesehenen stereoskopisch aufgenommenen Bildern nicht nach. Obgleich im ersten Fall

das die Plastik begünstigende „Herumsehen", das visuelle Umfassen rein reizmäßig ausfällt, bleibt das körperliche Sehen subjektiv erhalten. Bei der Wahrnehmung eines Würfels glaube ich auch, seine Flächen als Quadrate und seine Winkel als rechte anzusehen. Hier gelingt es, bei besonderer Einstellung noch leicht, durch Beobachtung des vorhandenen Empfindungsbestandes jene Vorstellungselemente abzuscheiden. Auch die Wahrnehmung der scheinbaren Größe bekannter Gegenstände in verschiedener Entfernung gehört hierher, ebenso, wie weiter unten gezeigt werden wird, das Problem der Tiefensonderung bei Farbwahrnehmungen wie auch das Phänomen der Farbenkonstanz und Farbentransformation. Hier wie überall lassen sich die festen Bindungen zwischen empfindungsmäßig und vorstellungsmäßig Gegebenem nur durch die eben erwähnten Einstellungsweisen des primären und sekundären Wahrnehmens auseinanderhalten. Wenn es nun in neueren Forschungsarbeiten[1]) wiederholt gelungen ist, einerseits diese früher nur dem querdisparaten Sehen zugeschriebene sinnliche Lebhaftigkeit auch ohne Querdisparation zu erreichen und andererseits konstatiert worden ist, daß auch trotz vorhandener Querdisparation die Tiefenwahrnehmung gänzlich ausbleiben kann, so ist damit der Rekurs auf „den" spezifischen Reiz einer Tiefenempfindung recht unzuverlässig geworden.

3) Alle diejenigen Bewußtseinserscheinungen, die man als Empfindungen zu bezeichnen pflegt, sind auch dadurch ausgezeichnet, daß sie unvermittelt, sozusagen vor aller Erfahrung auftreten, sobald gewisse Bedingungen, Funktionstüchtigkeit des peripheren und zentralen Apparates und bestimmte äußere Vorgänge, die wir als Reize bezeichnen, gegeben sind. Was bei den Empfindungen eine Entwicklung durchmacht, ist lediglich die feinere Differenzierung und die Mannigfaltigkeit spezifischer Qualitäten. Von jenen Bewußtseinsinhalten aber, bei denen wir auf Grund von Beobachtungen annehmen müssen, daß sie sich erst unter dem Einfluß von Erfahrungen entwickeln, können wir mit Recht vermuten, daß sie keine einfachen Sinnesinhalte mehr darstellen. Daraus aber, daß ihr Komplexcharakter nicht sofort im Erlebnis bemerkt wird, dürfen wir nicht ohne weiteres auf ein Vorhandensein einfacher Inhalte schließen, insbesondere dann nicht, wenn gelegentliche Beobachtungen oder experimentelle

1) Straub, Zeitschr. f. Psych. 36.

Ergebnisse vorliegen, die uns Entwicklungsstadien des Bewußtseins zeigen, wo die in Frage stehenden Inhalte überhaupt noch nicht oder nur erst in ihren Anfängen vorhanden sind, während im gleichen Entwicklungsabschnitt sämtliche uns bekannten Empfindungsinhalte bereits völlig ausgebildet sind. Eine derartige Reihe von Beobachtungen scheint nun bezüglich der binokularen und vielleicht auch der monokularen Tiefenwahrnehmung von seiten der Kindespsychologie tatsächlich vorzuliegen.

Wir erinnern zunächst an die Beobachtung von Helmholtz[1]): „Ich selbst entsinne mich noch, daß ich als Kind an einem Kirchturm (der Garnisonkirchturm zu Potsdam) vorübergegangen bin und auf dessen Galerie Menschen sah, die ich für Püppchen hielt, und daß ich meine Mutter bat, sie mir herunterzulangen, was ich damals glaubte, sie können würde, wenn sie den Arm ausstreckte. Der Zug hat sich in meinem Gedächtnis eingeprägt, weil mir an meinem Irrtum das Gesetz der perspektivischen Verkleinerung deutlich wurde."

Ähnliche Fälle, in denen Kinder noch jüngeren Alters nach fernstehenden Gegensätzen greifen, hat man vielfach dahin gedeutet, daß sie alles in größere Nähe verlegen, weil sie wohl größere objektive Tiefen aus Mangel an Erfahrung überhaupt noch nicht als diese Tiefen wahrnehmen können. W. Stern bezweifelte diese Auslegung und vertrat die Ansicht, daß das Greifen nach fernen Gegenständen als Ausdruck des Begehrens anzusehen sei. Wenn das auch in vielen Fällen gerechtfertigt sein mag, so trifft diese Deutung auf den zitierten Fall Helmholtz' offenbar nicht zu. Außerdem hat auch Preyer einige Beobachtungen berichtet, die er nicht aus dem Motiv des Begehrens erklären kann. Trotz der Dürftigkeit des vorliegenden Materials gewinnen die Fälle an theoretischem Wert, wenn man die Literatur über das Sehenlernen operierter Blindgeborener damit in Parallele setzt. Wir begnügen uns aus Mangel an Raum mit zwei Zitaten, die Helmholtz[2]) anführt:

1. Aus Cheseldens Bericht: „Anfangs, nachdem er sein Gesicht bekommen hatte, wußte er so wenig über Entfernungen zu urteilen, daß er sich vielmehr einbildete, alle Sachen, die er sähe, berührten sein Auge, wie das, was er fühlte, seine Haut."

---

1) Zitiert bei Bühler: „Die geistige Entwicklung des Kindes", 3. Aufl., Jena 1922, S. 141.

2) (12); die älteren Fälle S. 182—189; neuere Fälle S. 485.

2. Wardrop: „Sie (gemeint ist die operierte Patientin) schien dagegen die größte Schwierigkeit zu haben in der Schätzung der Entfernung der Dinge, denn während ein Gegenstand dicht vor ihr Auge gehalten wurde, suchte sie wohl mit ausgestreckter Hand weit jenseits seiner wirklichen Lage, während sie bei anderen Gelegenheiten nahe an ihr Gesicht herumgriff nach einem Ding, was weit entfernt war."

Weitere Berichte (Nunelly, Franz und Home), in denen im gleichen Sinn die Patienten nach der Operation alle Objekte in unmittelbarer Nähe zu sehen glaubten, hat Jaensch[1]) zitiert. Besonders interessant ist hier die Schilderung, wie Kaspar Hauser nach seiner Befreiung aus dem Gefängnis das Tiefensehen erst erlernen mußte. Erst allmählich entfaltete sich aus dem anfänglich zweidimensionalen Sehen nur mit Hilfe der fortwährend korrigierenden Erfahrung die Sehtiefendimension.

Uhthoffs Patient griff nach entfernten Objekten, will von ihm noch weit entfernte Blumen pflücken.

Die von Trinchinetti operierten Kinder streckten, als ihnen in einem Meter Entfernung eine Orange vorgehalten wurde, „lebhaft die Hand aus, um die Früchte zu ergreifen, aber sie wurden ganz bestürzt, als sie nur in die Luft griffen".

Alle angeführten Berichte bestätigen in bester Übereinstimmung die Ansicht, daß die Wahrnehmung der Sehtiefe keinen elementaren Empfindungscharakter hat, sondern daß sie in der individuellen Erfahrung erworben ist und daß wir somit ein komplexes psychisches Gebilde vor uns haben. Ein Vergleich der bin- und monokularen Tiefenwahrnehmung führte zu dem Ergebnis, daß, wenn überhaupt das Tiefensehen ursprünglich auf Grund eines physiologischen Mechanismus und nicht durch die Erfahrung zustandekommen soll, das gleiche eben wegen jener qualitativen Gleichartigkeit beider Tiefenerscheinungsweisen auch für die monokulare Tiefenwahrnehmung in Anspruch genommen werden muß. Da sich aber nun die Ergebnisse der Analyse einer „Tiefenempfindung" wie auch die meisten der angeführten Gegenargumente gegen die bin- als auch gegen die monokularen Tiefenempfindungen richten, so wird man auch dieser letzteren die Anerkennung versagen müssen, zumal bei Einäugigen von Geburt von einem Zusammenfunktionieren paariger Netzhautstellen ja nicht die Rede sein kann.

1) (16) S. 235—236.

3. Die Tiefenwahrnehmung auf Grund einer angeborenen Assoziation. Im Zusammenhang dieser Erörterung verdient noch ein Lösungsvorschlag gewürdigt zu werden, wie er von Eino Kaila[1]) versucht worden ist, und zwar hauptsächlich deswegen, weil er von J. Fröbes[2]) in der neuen Auflage seines Lehrbuches übernommen und damit weiten Kreisen bekannt geworden ist. Der Gedanke ist kurz skizziert folgender: Aus der Annahme einer Tiefenvorstellung folgt, „daß wir eine Empfindung der Tiefe gehabt haben müssen, denn alle unsere Vorstellungen sind Nachbilder von Empfindungen . . ."; daß sich aus dem zweidimensionalen Nebeneinander beim Einäugigen „die noch nicht gesehene neue Richtung der Tiefe" entwickelt, wird durch eine „bereitliegende angeborene Assoziation" erklärt, welche bei passenden Reizen, also bei der Wirksamkeit eines Tiefenzeichens uns diese neue Richtung anschaulich liefert, welche wir durch weitere Erfahrungen dann zur richtigen Größe ausbilden können.

Auch diese Theorie scheint mir nicht stark genug, die Last ihrer eigenen Konsequenzen tragen zu können. Das eine Glied dieser Assoziation ist das Tiefenzeichen, das andere Glied wird nicht genannt. Wenn uns nun, so meine ich könnte man nur folgern, diese Assoziation, welche durch das Tiefenzeichen geweckt wird, die „neue Richtung", in diesem Zusammenhang die wahrgenommene Sehtiefe liefert, so muß diese „neue Richtung" notwendig das 2. Assoziationsglied sein. („Denn alle unsere Vorstellungen sind Nachbilder von Empfindungen, sie reichen nur so weit wie die Empfindungen selbst" und „Die Assoziation kann ja nichts Neues schaffen, sondern nur Vorgefundenes verbinden.") Das aber würde besagen, daß 1. die Tiefenempfindung und 2. die Assoziation dieser mit dem Tiefenzeichen und 3. auch die Tiefenzeichen angeboren wären.

Der Ausweg wäre hier der, die angeborene Tiefenempfindung mitsamt der angeborenen Assoziation als eine Disposition im physiologischen Sinn aufzufassen. Diese selbst würde dann durch Tiefenzeichen ausgelöst, ähnlich wie eine Empfindung unmittelbar durch ihren adäquaten Reiz ausgelöst wird. Es ist in diesem Fall aber nicht einzusehen, weshalb man zu der methodisch höchst bedenklichen Annahme angeborener Assoziationen greifen

1) (17) S. 129—198.
2) (9) S. 390.

soll, wenn man auf anderem Wege zur ausreichenden Deutung der Tiefenwahrnehmung gelangen kann.

Die bloße Ablehnung einer spezifischen Tiefenempfindung im soeben dargelegten Sinne würde das Problem einer theoretischen Ausdeutung des Sehtiefenphänomens natürlich noch ungelöst lassen, wenn nichts Positives dafür eingesetzt wird. Versucht man aber die Lösung unter Grundlegung einer anderen spezifischen Tiefenempfindung, so wird die Theorie um nichts empfehlenswerter, denn es ist zu beachten, daß nach dem heutigen Stand der anatomischen Struktur und physiologischen Funktion des optischen Apparates auch kein anderer nervöser Mechanismus zu entdecken ist, der eine solche spezifische Tiefenempfindung vermitteln könnte.

b) Die raumhaften Empfindungen als Repräsentanten des leeren Raumes.

Es ist bekannt, daß die Schwierigkeit der Lösung des Tiefenproblems dazu geführt hat, andere Wege, wenn auch annähernd in gleicher Richtung liegend, zu beschreiten. Diesen wenden wir uns nunmehr zu und beginnen sogleich, die drei wichtigsten theoretischen Meinungen zu skizzieren, um sie dann im Sinne unserer Grundeinstellung zu erörtern.

1. „Luftfarbe", „Glasempfindung" und „Raumempfindung". Unter den verschiedenartigen Ansichten über die Wahrnehmung des leeren Raumes lassen wir die Anschauungen Bühlers, Schumanns und Jaenschs zu Worte kommen, um sie dann einzeln nacheinander zu diskutieren. Genannte Autoren vertreten die übereinstimmende Meinung, daß es auf Grund einer spezifisch raumhaften Empfindung ein echtes und unmittelbares sinnliches Wahrnehmen des Sehraumes (und damit natürlich auch der Sehtiefe) gibt. Zahlreiche Einzelbeobachtungen sollen nachweislich den „leeren" Raum in unverkennbar sinnlicher Weise zu Bewußtsein bringen. Nach Bühler ist die Raumtiefe nicht leer und reizunabhängig, sondern der zwischen den Dingen liegende Raum wird wahrgenommen. Der gesehene Raum verdankt vermutlich dem „Luftlicht" seine „Ausspannung". Im dunklen Zimmer ist der Sehraum zusammengeschrumpft, und der maximale ausgespannte helle Raum ist das Himmelsgewölbe. Kurz gesagt, der Wahrnehmungsraum ist reizbestimmt, ... „von Helligkeit erfüllt,

in seiner Ausdehnung variabel, auch, wo keine undurchsichtigen Dinge die Grenzen bestimmen".

In der Raumempfindung nehmen wir also die Luftfarbe wahr. Das Merkwürdige ist nach Bühler dabei folgendes: „Der Netzhauteffekt einer strahlenden Luftschicht setzt sich nicht derartig in gesehene Lufthelligkeit um, daß diese proportional der Schichtdecke anwächst, das Luftlicht aus verschiedener Tiefe kommt nicht einfach summiert zur Geltung, sondern verteilt sich kurz gesagt auf die phänomenale Raumtiefe, und zwar einigermaßen „herkunftsgetreu". Daraus ergibt sich, daß nach Bühler der Raum tatsächlich primär wahrgenommen, d. h. in unserem Sinn empfunden wird.

Wie Bühler, so sieht sich auch Schumann auf Grund der gleichen Beobachtungen veranlaßt, eine raumhafte Empfindung anzunehmen. Schumanns Vpn. sehen stets etwas Glasartiges als raumerfülltes Medium. Diesen Glaseindruck möchte Schumann unter die Gruppe der Empfindungen eingereiht wissen[1]). Begünstigende Bedingungen für das Bemerken des Zwischenmediums waren beim Stereoskopversuch plastischer Eindruck, Blickbewegungen und kleine, winzige Staubteile und Punkte auf dem Papier des Stereoskopbildes.

Wie Schumann so hat auch E. R. Jaensch durch eine Reihe höchst sinnreicher Versuche die beiden Fragen zu beantworten gesucht:

1. Wie ist der leere Raum psychisch repräsentiert und
2. welche Bedingungen begünstigen den Eintritt dieses Phänomens?

Jaensch kam dabei zu folgenden Resultaten: Die Wahrnehmung des Zwischenmediums ist eine „phänomenale Realität". Die Wahrnehmung des Zwischenmediums geschieht mittels einer „Empfindung des Lichtsinnes". „Das Zwischenmedium wird meistens nicht bemerkt, weil wir auf die Gegenstände eingestellt sind, oder auch vielleicht deswegen, weil es nicht mehr als besonderes Erlebnis zum Bewußtsein kommt[2])." Diese Lichtempfindung wird als mittlere Helligkeit angegeben, entspricht also qualitativ vor allem der raumhaften Empfindung Bühlers. Als der ihr zugeordnete physiologische Prozeß ist die endogene Schwarz-Weiß-Erregung anzusehen. Diese Ein-

1) (26) S. 229—242.
2) (16) S. 301.

richtung wäre „dazu bestimmt, jeweils im größten Teil des Sehraumes das Empfindungsmaterial für die dritte Dimension zu liefern, und sie hätte somit die Aufgabe, nicht nur die Empfindungslücken in den beiden ersten Dimensionen, sondern auch diejenigen der dritten Dimension auszufüllen. Das Auftreten der Raumempfindung wird im Bewußtsein „durch die mit Blickbewegungsimpulsen" bzw. Aufmerksamkeitswanderungen verknüpfte zentrale Anästhesie für die Netzhauteindrücke ermöglicht" [1]). In diesem Satz sind die Bedingungen enthalten, unter denen die sinnliche Wahrnehmung des Raumes vor allem einzutreten pflegt.

2. Die Analyse der raumhaften Empfindungen. Die drei dargestellten Auffassungsweisen stimmen darin überein, daß die Sehraumtiefe phänomenal in einem spezifischen Empfindungsinhalt seinen Ausdruck findet. Der Name Empfindungsinhalt und raumhafte Empfindung nötigt uns, nachzuprüfen, ob wir es hier wirklich mit einem elementaren Inhalt, mit Empfindungen in unserem Sinn, zu tun haben.

Entsprechend unserer methodischen Vorbemerkungen müßte den raumhaften Empfindungen in erster Linie eine spezifische Qualität eigen sein. Sowohl Bühler als auch Jaensch betonen den Qualitätscharakter ihrer Raumempfindungen, wobei Bühler die theoretisch allerdings wichtige Einschränkung macht, daß diese Qualität nicht in die Reihe der Schwarz-Weiß-Qualitäten eingeordnet werden kann. Ob jedoch beide Autoren damit einverstanden wären, diese Farberscheinung mit den Qualitäten des farbigen Nebeneinander der Sehdinge identisch zu erklären? Jede Empfindungsqualität wird also sinnlich-anschaulich und als relativ einfacher Inhalt erlebt. Der anschauliche Charakter kann, das wird man ohne weiteres zugeben müssen, nicht wohl geleugnet werden. Jedenfalls haben wir mitunter den unzweifelhaft sinnlichen Eindruck bei Wahrnehmungen des Zwischenmediums, möge es sich dabei handeln um das Dunkle in der Zimmerecke oder um den bläulichen oder weißlichen Dunst der Luftfarbe. Wie aber steht es mit der Einfachheit dieser „Empfindungen"? Der Name deutet unzweifelhaft darauf hin, daß Raumhaftes und Farbiges als zwei Elementarmomente gegeben sind. Dieses Raumhafte als Dreidimensional-

1) (16) S. 304.

ausgedehntes wird als wesentliche Eigenschaft der raumhaften Empfindung angesehen.

Schumann weicht von Jaensch und Bühler insofern ab, als er seine Empfindungen als farblos bezeichnet, mit anderen Worten, an Stelle des Farbigen das Moment des Glasigen einsetzt. Hinsichtlich dieser zwei Momente erhebt sich nun die weitere und für uns entscheidende Frage, ob beide Elementarbestandteile auch vorstellungsmäßig eine Sonderung zulassen oder nicht. Bei dem ersten, dem Element des Farbigen, ist es ohne weiteres entschieden, daß Farbiges ohne Tiefe, also zweidimensional und auch ohne den Eindruck des Glasartigen, kurz des Glaselementes, nicht nur anschaulich vorgestellt, sondern auch wahrgenommen werden kann. Wegen dieser möglichen Analyse dürfen wir die hier genannten „raumhaften Empfindungen" nicht als sinnliche Elementarinhalte bezeichnen. Ja, nicht einmal die Tiefenkomponente hat, wie wir weiter oben gesehen haben, elementaren Charakter, da sie eben Ortsbeziehungen zwischen sinnlichen Fundamenten enthält. Nicht viel anders steht es mit der Schumannschen Glasempfindung. Schon die Ausdrucksweise, wie hier der Empfindungsinhalt beschrieben wird, einmal als Glasartiges, „dünne undefinierbare Materie", als „kristallisierte Luft" (Karpinska), „farbloser Glas-Lufteindruck" (Vp. Schumann), deutet darauf hin, daß hier reproduktive Elemente, Vorstellungselemente zu einem komplexen psychischen Eindruck vereinigt sind. Außer der Tiefenkomponente spielt hier das Moment der Durchsichtigkeit eine große Rolle. Durchsichtigkeit aber schließt nicht nur begrifflich, sondern auch vorstellungsmäßig ein, daß durch etwas hindurchgesehen wird, und eben dieses Etwas, das Glasartige, Luftartige, muß irgendwie wahrgenommen werden. Bühler, Jaensch und andere bezeichnen es als Helligkeit, also als etwas Farbiges. Auch Schumanns Vpn. würden wohl kaum etwas dagegen einzuwenden haben. Für uns ist Helligkeit hier ein einfacher Empfindungsinhalt. Durchsichtige Helligkeit enthält dagegen Empfindungs- und Tiefenmomente, mithin Komplexe höherer Ordnung, und nicht nur Elementargebilde oder deren komplexe Verbindungen. Beachten wir dabei, daß ein großer Teil der Beobachtungen durch die binokulare Vereinigung von stereoskopischen Landschaftsbildern gemacht wurde, so stoßen wir noch auf eine dritte Komponente der raumhaften Empfindung. Die kleinen Unebenheiten, Staub-

teilchen, Fleckchen und dergleichen mehr, deren Wirkung sich beim Betrachten von stereoskopischen Bildern niemals verleugnen läßt, veranlassen den Eintritt der „Glas"- oder auch „Eisempfindung", der „wasserhellen Luft" und des „klaren Gebirgswassers". Gerade der ungewöhnliche und ungemein reizvolle, daher gefühlsbetonte Eindruck, den wir bei klarer durchsichtiger Eisfläche von den in ihr eingeschlossenen Körperchen und Luftbläschen oder bei Glaswürfeln oder auch beim Wasser beobachten, bilden allzeit bereite Vorstellungsresiduen, welche, es ist fast überflüssig, dieses eigens zu betonen, bei den Effekten stereoskopischer Bildwahrnehmungen, eben wegen der frappierenden Ähnlichkeit den Wasser-, den Glas- und Eiseindruck lebhaft reproduzieren. In hervorragender Weise ist endlich das Auftreten des stereoskopischen Glanzes als Reproduktionsmotiv für das Auftreten der „Glas"- und „Eisempfindung" verantwortlich zu machen. Auch Schumann denkt wohl an diese reproduktiven Inhalte und Motive, ohne sie jedoch genügend zu würdigen.

Wir finden als Ergebnis der Analyse des Glaseindrucks an rein sinnlichem Material Helligkeitsempfindungen, an rein räumlichen Bestimmungen das Tiefenmoment, als komplizierte Komponenten die Durchsichtigkeit und reproduzierte Vorstellungsresiduen (Eis, Glas und Wasser). Daß hier im Ernst von elementaren Empfindungsinhalten nicht die Rede sein kann, bedarf wohl, sofern man überhaupt die Termini elementare und komplexe Bewußtseinserscheinungen anerkennt, keiner weiteren Diskussion mehr.

c) Die Raumwahrnehmung auf Grund anschaulicher Sinnesmeldungen im Sinne unserer These.

Bezüglich der Ansetzung raumhafter Empfindungen ist weder hinreichend eindeutiges Beobachtungsmaterial vorhanden, noch ist der Empfindungsbegriff, sofern man ihn in dem bisherigen Sinn verwendet, mit den Erlebnissen einer deskriptiven Analyse der in Frage stehenden Phänomene vereinbar. Wir sehen uns daher gezwungen, den mehr als einmal gemachten Versuch nochmals zu wagen, indem wir unter Ausschaltung jeder spezifischen Tiefenempfindung das Problem der Sehraumtiefe lediglich mit Hilfe der als unzweifelhaft vorgefundenen Sinneskomponenten und ihrer möglichen Verarbeitung, d. h. im Sinne unseres Leitsatzes zu lösen versuchen.

Vergegenwärtigen wir uns zunächst noch einmal das Ergebnis unserer Analyse des Tiefensehens, so finden wir an reinen Sinnesdaten nichts weiter als zweidimensional geordnete räumliche Farbempfindungen. Gleichzeitig aber nehmen wir wahr, daß die Dinge hintereinander liegen. Das Problem lautet demnach, wie kommen wir zu dieser Wahrnehmung des Hintereinandergeschichteten, obgleich die reinen Sinnesdaten primär nur im Nebeneinander gesehen werden.

Versuchen wir zunächst, genau auf die Frage einzugehen, welche Anteile wir bei der Entstehung des Vorstellungsraumes den Seh- und Tastraumkomponenten zuschreiben dürfen, soweit wir überhaupt fähig sind, sie uns in ungefährer Isolierung zu vergegenwärtigen, so werden sich für die Sehraumtiefe neue Ausblicke eröffnen.

Tasten wir mit geschlossenen Augen eine horizontal- und frontalparallel gelegene Stricknadel ab (Lage a) und richten unsere Aufmerksamkeit möglichst auf alle nicht visuellen Empfindungsmomente, so haben wir so etwas wie räumlich geordnete Tastempfindungen. Aber zum Unterschied von der Gesichtsempfindung baut sich diese Tastgestalt der Stricknadel sukzessiv auf. Welches sind dabei die sinnlichen Elemente? Zweifellos konstatierbar sind einmal nebeneinander gelagerte Tastempfindungen, die sich linienartig in nicht genau zu bestimmender Richtung quer über die tastenden vier Fingerkuppen erstrecken; dazu ebenso sicher nachweisbar treten Bewegungsempfindungen des Unterarmes bis zum Ellenbogen auf. Drehe ich nun die Stricknadel, immer in der frontalparallelen Ebene bleibend, um 90° (Lage b) und taste in gleicher Weise an ihr entlang, so bleiben die Tastempfindungen die nämlichen, nicht aber die Bewegungsempfindungen, die qualitativ eine andere Nuancierung erhalten haben. Gleichzeitig weiß ich dabei, daß ich nun in vertikaler Richtung taste. Aus dieser Lage b drehe ich jetzt die Stricknadel um das untere Ende als festliegenden Pol um 90° so, daß diese Drehungsebene auf der vorhergehenden senkrecht steht (Lage c) und taste mit der gleichen Lage der Fingerkuppen wie in a und b. Wieder sind es die Bewegungsempfindungen, die deutlich merkbar andere geworden sind. Dieses Anderssein ist, abgesehen von dem Wissen um die Lage der Drehungsebene, anschaulich qualitativer Art.

Was ergibt sich nun aus diesen einfachen Beobachtungen? Die Stricknadel wurde in den verschiedenen Hauptrichtungen

der drei Dimensionen abgetastet, wobei die Lagen a, b und c wahrgenommen wurden. Die Tastempfindungen blieben, abgesehen von hier unwesentlichen kleinen Änderungen, in allen Fällen gleich. Dagegen nahmen die Bewegungsempfindungen stets einen etwas anderen Charakter an, der qualitativ genannt werden darf. Da wesentlich nur der Komplex der Bewegungs- (Lage-) Empfindungen in jeder der drei Dimensionen wechselt, so haben wir in ihnen die Empfindungsgrundlagen für die uns später so geläufigen und anschaulichen Richtungen rechts, links, tief, schräg rechts usw., kurz der Raumrichtungen vor uns, anders ausgedrückt ermöglicht die Variation der genannten Empfindungsgrundlagen den Aufbau oder besser die Erfassung jener mannigfaltigen Sachverhalte, die als fest assoziierte Beziehungsgruppen uns jene Inhalte vermitteln, die wir als Raumrichtungen rechts, links, frontalparallel usw. begrifflich fixiert und gleichsam in festem „Einband" vor uns haben.

Tasten wir eine vor uns liegende Fläche, so können wir von den begleitenden optischen Vorstellungen absehen und uns somit in die Lage des Blindgeborenen versetzt denken. Unter diesen Bedingungen nun wird man zugeben können, daß die Tastempfindungen für sich allein nur imstande sind, den Eindruck des Ausgebreitetseins zu vermitteln, daß aber durch den Komplex der Bewegungs- und Lageempfindungen die Raumrichtungen einschließlich der Tiefe aufgebaut werden können. In jeder Dimension gibt es spezifische Eindrücke, und somit ist die Grundlage zu einer gedanklichen Erarbeitung des Dreidimensionalen vorhanden.

Nachdem wir die rein sinnlichen Grundlagen des dreidimensionalen Tastraumes namhaft gemacht haben, versuchen wir nunmehr das gleiche für den Sehraum. Hier muß vor allem die Wahrnehmung der Sehtiefe zum Problem werden.

Die sinnlichen Grundlagen der optischen Breite und Höhe sowie aller drei Dimensionen des Tastraumes sind zwar in allen Fällen auch bei der Tiefendimension des Sehraumes nachweisbar, aber, und das ist hier zu betonen, sie sind in ihrem funktionalen Zusammenhang eben wegen der relativ großen Bedeutung der hinzutretenden reproduktiven Bestandteile (besonders bei größeren Entfernungen) subjektiv oft in hohem Grade unbestimmt und mehrdeutig. Die Veränderung der optischen Inhalte bei der Bewegung innerhalb der dritten Dimension, sowie die damit verbundenen Funktionen der Akkommodation, Konvergenz

und Querdisparation, von denen die ersten zwei als Muskelempfindungen erlebt werden, bilden zusammen komplizierte empirische Lokaltiefenzeichen. Wir müssen also annehmen, daß diese Lokalzeichen in der individuellen Entwicklung erworben sind. Daß dieses verhältnismäßig schnell zustandekommt, wird verständlich durch die gleichzeitige Ausbildung der Dimensionen des Tastraumes. Sind aber im Laufe der ersten Lebensjahre diese empirischen Tiefenlokalzeichen durch Übung genügend stabil geworden, so vermögen sie, vor allem aber auf Grund der in ihnen enthaltenen rein anschaulichen Grundlagen, fast den gleichen unmittelbar sinnlichen Eindruck hervorzurufen wie die Wahrnehmung der Breite und Höhe im Nebeneinander. Daher ist es erklärlich, daß die entwickelte Sehtiefenwahrnehmung, zumal sie mit der Tasttiefenempfindung innig assoziiert ist, auf den ersten Blick hin den Elementarcharakter einer Empfindung zu haben scheint. Die Wahrnehmung größerer Tiefen erfordert nicht nur viele Erfahrung und Übung, sondern ihre Lokalzeichen sind auch nicht mehr unmittelbar auf Empfindungselementen aufgebaut. Daher die Abnahme der Plastik.

Für den unmittelbar sinnlichen Eindruck ist außer dem eben Genannten noch folgender Umstand von Bedeutung. Es gibt eine völlig eindeutige Zuordnung optischer Eindrücke zur Tiefe: Senkrecht zur Tischkante liege in der Entfernung von einem Meter vor mir ein Lineal von 30 cm Länge. Blicke ich auf dieses Lineal, so habe ich einen bestimmten zweidimensionalen Eindruck. Ziehe ich das Lineal an mich heran, so nimmt der Eindruck nur wenig in der Breiten-, sehr viel aber in der Längsrichtung zu, und zwar in ganz gesetzmäßiger Weise zu seiner Entfernung von mir, d. h. zu seiner Tiefe. Diese Entfernung von mir ist nun als Ganzes genommen ein gedanklich bearbeiteter Inhalt; steckt doch in ihm eine Relation: die Lokalisation des Lineals bezogen auf meine eigene Lokalisation. Aber eine genau bestimmbare Anschauung liegt dieser Relation zugrunde: „Von mir, dem vor dem Tische Sitzenden entfernt", besagt empfindungsmäßig: Soll das die vordere Tischkante fixierende Auge bis zu dem Lineal gelangen, dann muß es x optische Eindrücke erleben, falls das (bekannte) Lineal den optischen Längseindruck y bietet, x' bei y', mit andern Worten: $x = f(y)$. Eine gleiche Funktion läßt sich aufstellen zwischen y und den aus meiner Kopfhaltung herrührenden kinästhetischen Empfindungen, sowie zwischen y und den

zur Erfassung des Lineals erforderlichen Greifbewegungen. Mit einem Wort: Wenn das Auge Tiefe wahrnimmt, so wird immer etwas gesehen, was der jeweiligen objektiven Entfernung bekannter Objekte eindeutig zugeordnet ist. Aber das hier Empfundene ist keine von den Licht- und Farbenempfindungen verschiedene Empfindung, sondern ein Gesichtseindruck, der mit andern Gesichts- und Tasteindrücken funktional zu Komplexen zusammengeschlossen ist und die Grundlage unseres in jeder Tiefenwahrnehmung enthaltenen Wissens bildet. Dieses Wissen ist uns nicht rascher gegeben als die Bedeutung eines gehörten oder gelesenen Wortes.

Nach diesen Überlegungen will es mir scheinen, als sei dieser genetische Deutungsversuch der wahrgenommenen Tiefe dazu angetan, die sinnliche Lebhaftigkeit des Tiefenmoments hinreichend zu erklären, zumal, wenn wir berücksichtigen, daß dieses sinnliche Element bei monokularem Sehen unter Umständen ja nicht so bedeutend ist.

Es wäre ein Leichtes, den dargelegten Erklärungsversuch auf Grund der vorliegenden Berichte über operierte Blindgeborene zu veranschaulichen. In diesem Zusammenhang möge der Hinweis genügen, wie schwierig es den sehend gewordenen Patienten in erster Zeit wird, ganz besonders die dritte Dimension richtig zu deuten und im Wahrnehmungsraum unterzubringen. Der Blindgeborene muß erst lernen, die ziemlich komplizierten Gebilde der räumlichen Sehtiefe richtig zu deuten, d. h. durch Erfahrung ein Wissen zu erwerben, wie die vielen Tiefenkriterien zusammenhängen. Der gesamte funktionale Zusammenhang muß erst erlernt werden. Gleich in der ersten Zeit des Sehenlernens werden die Kernflächeneindrücke durch Klarheit und Deutlichkeit sich besonders abheben, die Aufmerksamkeit vorzüglich in Anspruch nehmen und den Mechanismus der Akkomodation und Konvergenz zweckmäßig regulieren. Unter allen Kernflächeneindrücken werden aber wieder jene besonders ausgezeichnet sein, welche durch Tasten in ihrer Entfernung mittels der anschaulich vorhandenen Tastempfindung fixiert werden können, da sich ihnen das Interesse zwecks Orientierung zunächst zuwendet. Auf diese Weise assoziieren sich Tastlokalzeichen und Sehdistanzen. Unter den regulativen Faktoren leistet dann die Querdisparation gleichsam als optisches Mikrometer das Höchstmaß an präziser Einstellung und bietet so lange den stärksten Anreiz zu Blickbewegungen und Aufmerk-

samkeitswanderungen, bis der verwirrende Eindruck des Doppelsehens beseitigt und der klare Kernflächeneindruck erzielt wird. Bei diesen Blickbewegungen ist es sehr wohl denkbar, daß bald, wenn auch nicht bewußtseinsmäßig gefunden wird, ob zur Ferne oder zur Nähe hin akkomodierend und konvergierend der Kernflächeneindruck erreicht wird, denn die Doppelbilder nehmen entweder in ihrer gegenseitigen Distanz ab oder zu. Auf diese Weise mag das Lokalisieren vor oder hinter der Kernfläche zustandegekommen sein. Es ist wahrscheinlich, daß beim Sehendgewordenen wie beim Kind anfangs das Einfachsehen bei querdisparater Reizung nicht die verhältnismäßig große Tiefendistanz zeigt wie beim entwickelten Tiefensehen des Erwachsenen, bei dem das Wissen um das einfach und nicht doppelt vorhandene Objekt, das er „handgreiflich" erwerben mußte, zentral ergänzend hinzukommt und bewirkt, daß dieser Spielraum der Kernfläche im Laufe des Lebens erweitert wird.

Jeder Psychologe, der sich eine Zeitlang mit dem Tiefenproblem beschäftigt hat, wird zugestehen, daß dieses analysierende Sehen, d. h. das binokulare Einfachsehen mit geringer Tiefenstreuung unter möglichster Ausschaltung aller Wissensmomente, gleichsam regressiv jener Stufe des Tiefensehens, die wir beim Kinde annehmen können, wieder nahekommt.

Nach den vorangegangenen Erörterungen über die Entstehung der visuellen Raumtiefe sind wir genötigt, dieser eine spezifische Tiefen- oder Raumempfindung abzusprechen. Für die Wahrnehmung der Tiefe wie auch der Breite und Höhe, kurz für alle anschaulichen Raumdimensionen reichen wir mit dem bis jetzt bekannten Empfindungsmaterial völlig aus. Wegen ihres komplexen Charakters ist es abzulehnen, die Sehtiefe (Raumtiefe) als Empfindung zu bezeichnen.

Da nun unsere Wahrnehmungen in den meisten, wenn nicht in allen Fällen nicht Komplexe bloß summierter Empfindungsinhalte, sondern vielmehr komplizierte seelische Gebilde darstellen, die durch empirisch-intellektuelle Verarbeitung der Empfindungen, man könnte sagen, des Rohmaterials, entstanden sind, so dürfen wir nach dem Vorausgegangenen auch mit vollem Recht die Bewußtseinsinhalte der anschaulichen und konkreten Breite, Höhe und Tiefe wohl als Wahrnehmungen, nicht aber als Empfindungen bezeichnen.

II. Erscheinungsweisen der Farben.

Die Analyse jener Komplexe, welche angeblich als Elementarphänomene den leeren Raum psychisch repräsentieren sollen, führte dazu, unsere Untersuchungen auch auf die Farbenwahrnehmungen auszudehnen. Mußten wir der Tiefenwahrnehmung den spezifischen Empfindungscharakter absprechen, so dürfen wir auch alle diejenigen Farbenwahrnehmungen, denen eine Raumtiefenbestimmung anhaftet, nicht als einfache Inhalte oder deren Komplexe ansehen, sondern müssen sie als Gebilde bezeichnen, die nur auf Grund der Erfahrung, insbesondere durch intellekttuelle Verarbeitung entstanden sind, mithin niemals elementaren Charakter haben können. Unter diesem Gesichtspunkt behandeln wir die psychologischen Begriffe Oberflächen-, Flächen- und Raumfarben sowie das neuerlich mehrfach behandelte Problem des Hintereinandersehens von Farben auf derselben Sehrichtung.

a) Oberflächen-, Flächen- und Raumfarben.

Die Psychologie der Farbwahrnehmungen hat sich daran gewöhnt, von Oberflächen, Flächen- und Raumfarben zu sprechen. Wenn man auch die terminologische Festlegung gewisser Erscheinungsweisen der Farben in gerechter Würdigung als einen wichtigen Fortschritt bezeichnen muß, so darf man sich doch niemals verleiten lassen, die neubezeichneten Wahrnehmungsgebilde als Elementarerscheinungen zu deuten. In der sogenannten Erscheinungsweise der Flächenfarben kommt verhältnismäßig der Empfindungscharakter des Farbigen am reinsten zur Geltung. Zur Charakterisierung des Phänomens selbst ist aber der Terminus „Flächenfarbe" nicht sehr günstig gewählt, denn das Flächenmoment tritt doch überhaupt nicht hervor. Abgesehen von dieser kleinen terminologischen Unvollkommenheit empfiehlt es sich, schon um jede Verwirrung zu vermeiden, den Ausdruck Flächenfarben beizubehalten und sie als Repräsentanten jeder elementaren Farbenwahrnehmung voranzustellen.

Wie verhält es sich aber mit dem Elementarcharakter der Oberflächen- und Raumfarbe? Die genannten Termini geben diesmal den psychischen Eindruck der zugrundeliegenden Erscheinungsweisen überraschend gut wieder.

Hier haben wir nicht nur das rein optische Empfindungsmaterial, das Rot, Grün usw. als das speziell Farbige, sondern wir sehen auch, daß die Farbe eine Oberfläche bildet oder

auch, daß sie der Oberfläche anhaftet, ihr aufliegt oder wie sonst die Ausdrücke gewählt werden mögen. Unzweifelhaft enthält dieses Oberflächenmerkmal ein zum Dingeindruck gehöriges Moment, nämlich dasjenige seiner scharfen räumlichen Abgrenzung gegen den umgebenden Raum und damit gleichzeitig das zur Tiefenwahrnehmung gehörige Entfernungs- und Lokalisationsmoment. Das Bewußtsein einer Ortslage tritt wenigstens bei unbefangener Einstellung ebenso stark hervor wie das reine Farbenmoment. Außer dieser räumlichen Bestimmung läßt sich aber auch das andere, dem Dingeindruck wesentliche, nämlich das Gestaltmoment entdecken. Es gibt keine Oberflächenfarbe, bei deren Beschreibung nicht gleichzeitig Oberflächenstruktur, Gestaltetes oder Geformtes eine wichtige Rolle spielte; da aber alle diese räumlichen und gestaltlichen Momente der dinghaften Bestimmung in die Farbeneindrücke eingehen, können wir hier nicht mehr von Farbenempfindungen sprechen.

Über den Komplexcharakter der Raumfarbe ist gelegentlich der Analyse der raumhaften Empfindungen das Nötige gesagt worden. Raumfarben werden nur dann wahrgenommen, wenn irgendwelche Anhaltspunkte dafür gegeben sind, daß ein farbiges Etwas einen Raum erfüllt. Es genügt dabei, daß die Raumgrenzen nur teilweise sichtbar sind, wobei allerdings diese Grenzen als Raumgrenzen wahrgenommen werden. Die räumliche Begrenzung darf in etwa fehlen, wenn innerhalb des wirklichen Raumes Dinge angebracht sind (Hängelote), welche den Tiefeneindruck und damit die dreidimensionale Raumwahrnehmung hervorrufen.

b) Das Problem des Hintereinandersehens geschlossener Farbenflächen.

Es ist eine längst bekannte und schon von Hering beschriebene Beobachtung, daß sich die Dunkelheit zwischen uns und die Dinge legt und daß hinter dem raumerfüllten Dunkel die Sehdinge ihre Eigenfarbe ziemlich konstant erhalten, obgleich man entsprechend der physikalischen Strahlung und der physiologischen Netzhautfunktion das Gegenteil, nämlich kein raumerfülltes Dunkel, wohl aber eine verhältnismäßig starke Veränderung der Sehdinge, also überhaupt kein Hintereinander von zwei farbigen Gegebenheiten erwarten dürfte.

Zum gleichen Tatsachenkreis, für den Bühler den Kollektivbegriff der Beleuchtungsperspektive wählt, rechnet man

die Trennung von Beleuchtung und Beleuchtetem, also unter anderem auch die Trennung von Licht und Schatten. Die bisher genannten Erscheinungen sind so alltäglich, daß man es höchst wunderlich finden möchte, hier noch einen Streit der Meinungen zu konstatieren. Doch geht es hier weniger um die Realität der Erscheinungen selbst als um die entscheidende Frage, ob diese jederzeit zu beobachtenden Phänomene primären oder sekundären Charakter haben, mit anderen Worten, ob es ein Hintereinandersehen von Farben derselben Sehrichtung gibt oder nicht.

1. Beobachtete Tatsachen und die Untersuchungsergebnisse von W. Fuchs. Die erste und, soweit mir bekannt ist, auch die einzige exaktere Untersuchung dieses Problems wurde im physiologischen Institut zu Frankfurt unternommen[1]).

Die Fragestellung lautet: Gibt es im Sehraum ein simultanes Hintereinander auf derselben Sehrichtung? Für das monokulare Sehen bedeutet das: Sind wir imstande, bei Reizung einer Netzhautstelle durch zwei verschiedenartige Lichter, die als Mischfarbe erscheinen müssen, diese wieder in die Komponenten zu zerlegen?

Die Untersuchungen ergaben folgende Resultate:

(1.) Bei Berücksichtigung der vorderen Farbfläche zeigt die hintere oft überhaupt keine Farbenveränderung.

(2.) Das Hintereinandersehen ist am besten ausgeprägt bei binokularer Betrachtung. Monokular verschwindet meistens mit der Tiefe auch die Durchsichtigkeit.

(3.) Der Eindruck der Durchsichtigkeit oder des simultanen Hintereinander . . . gelang in dem beschriebenen Versuche bei unbefangener Betrachtungsweise sowie bei Herausfassung der beiden Flächen als Ganzgestalten. Dabei konnte sogar eine Farbe durch ihre Komplementärfarbe hindurch gleichzeitig gesehen werden.

(4.) Ein simultanes Hintereinandersehen von zwei Punkten, die nur als Punkte, d. h. isoliert aus dem Flächenzusammenhang aufgefaßt werden, gibt es auf derselben Sehrichtung nicht.

Unter den Tatsachen, welche Bühler zur Annahme eines simultanen Hintereinandersehens von Farborten veranlassen, spielt die am Episkotisterversuch erzielte Tiefensonderung der Farben eine entscheidende Rolle. Alle soeben angegebenen Phä-

1) (11).

nomene lassen eine verschiedenartige theoretische Deutung zu. Das Hintereinandersehen kann zunächst nur darauf beruhen, daß durch die Tiefenwahrnehmung die vorher einheitliche Farbe empfindungsmäßig in ihre zwei Komponenten zerlegt wird. Man hat in Analogie mit der Analyse unserer Gehörsempfindungen vielfach von der Möglichkeit einer Analyse der rein optischen Empfindungen (Spaltung der Empfindung) gesprochen. Doch soll dieser Deutungsversuch, da er nicht ernsthaft durchgeführt werden kann und auch die Tatsachen durch ihn nicht verständlich werden, hier keine Berücksichtigung finden.

Hält man, wie das aus guten Gründen wohl vorläufig einheitlich geschieht, an dem Heringschen Satz von der Einheit der Sehrichtung und der Einheit der Farbe fest, dann bleibt nur die Möglichkeit einer Deutung im Sinne Herings, wonach es sich hier niemals um ein wirklich primäres Hintereinandersehen, also um das Hintereinandersehen zweier Empfindungsinhalte handelt, sondern um ein Lokalisieren zweier farbiger Sehdinge in verschiedenen Entfernungen (sekundäres Wahrnehmen in unserem Sinn).

2. Bühlers Duplizitätstheorie und die Mosaikhypothese. Bühler lehnt dagegen, und das ist das Überraschende, unter Aufrechterhaltung des Heringschen Satzes, diese Deutung ab und erklärt sich hauptsächlich auf Grund der sinnlichen Lebhaftigkeit des Eindrucks für ein primäres Wahrnehmen hintereinanderliegender Farbdinge. Zur begrifflichen Fixierung des Tatbestandes schlägt Bühler den Namen „Tiefensonderung der Sehdinge" vor.

Der Kern der Bühlerschen Auffassung ist trotz der Anerkennung des Heringschen Satzes von der Einheit der Sehrichtung und Einheit der Farben eine „Zweiheitslehre", d. h. der wahrgenommene Raum zwischen uns und den Dingen sowie die dahinterliegenden Sehdinge sind nicht leer und reizunabhängig, sondern reizbestimmt. Es gibt ein Hintereinandersehen im Sehraum.

Die soeben mitgeteilten Ergebnisse der Arbeiten im Frankfurter Institut bringt Bühler auf folgende Formel: „Der Eindruck von zwei Flächen hintereinander stellt sich nur dann ein, wenn die Zweiheit gewisse Stützen hat, die entweder im verschiedenen Korn oder anderen Oberflächenbeschaffenheiten oder in inneren Hilfen (gemeint ist die Gestaltauffassung) bestehen können. Die Ergänzungen, welche zu je einer von beiden

Flächen gehören, müssen irgendwie zusammenschießen und im Zusammenhang sich gegenseitig tragen, das ist die Grundbedingung." Die Auffassung Herings und die „Zweiheitslehre" sucht Bühler mit Hilfe der von ihm erdachten und höchst originellen Mosaikhypothese in Einklang zu bringen. Diese Hypothese nimmt ihren Ausgangspunkt von der beobachteten Tatsache des wahrgenommenen Hintereinander im Episkotisterversuch. Die Erklärung mittels der Fähigkeit der Analyse optischer Empfindungen im Sinne Machs muß, wie Bühler mit Recht hervorhebt, hier versagen.

Bekanntlich ist nach der Auffassung Herings das Hintereinandersehen von Sehdingen in derselben Sehrichtung nur scheinbar. Bühler stimmt dem zu und fragt nun, ob vielleicht im Schumannschen Versuch das grobe „scheinbar", wie nachstehend gezeigt werden soll, zu einem feineren mikroskopischen geworden ist. „Man stelle sich", so führt Bühler[1]) seine Hypothese aus, „ein einigermaßen regelmäßiges Mosaik, etwa schachbrettartig aus sehr kleinen schwarzen und weißen Steinchen aufgebaut und an ihm unter Wahrung der Feldstruktur eine Tiefensonderung vor!" „Es entsteht eine schwarze und eine weiße Fläche, beide mit Lücken, die eine das räumliche Negativ der anderen. Wie wäre es mit einer Übermittlung dieses Modells auf den Sehapparat, auf das Mosaik der reizaufnehmenden Netzhautgebilde[2])?"

Die einheitliche Netzhaut funktioniert also jetzt wie zwei mosaikartige ineinandergeschobene Rezeptoren. Dem psychischen Effekt einer Tiefensonderung entspricht physiologisch eine Zweifelderwirkung. Die Lücken zwischen den Feldern würden keine Schwierigkeiten bedeuten. Ihre psychische Ergänzung wäre derjenigen des blinden Fleckes analog zu denken. Die Mosaikhypothese soll die Zweiheitslehre verständlicher machen. Ehe wir uns auf eine kurze Besprechung der Hypothese einlassen,

---

1) (5) S. 48.

2) Diese Tiefensonderung, wie das deutlich aus Bühlers Darstellung ersichtlich ist, darf nicht so gedacht werden, daß die eine Feldanordnung, sagen wir einmal, sämtliche Schwarzfelder, wir wollen sie kurz als Schwarzsystem bezeichnen (S.-System), innerhalb der Netzhaut seiner anatomischen Lage nach, räumlich hinter der anderen, in diesem Falle dem Weißsystem (W.-System) angeordnet ist. Diese Auffassung der reizaufnehmenden Elemente, bei denen dann eine Vorder- und eine Hinterschicht anzunehmen wäre, wird ausdrücklich verworfen.

sei gleich bemerkt, daß Bühler dieselbe nur als einen möglichen Erklärungsversuch auffaßt und die schwachen Seiten der Theorie selbstlos und objektiv bloßstellt. Es fragt sich nur, ob diese schwachen Seiten nicht derartige Schwierigkeiten bieten, die von der an sich ganz plausiblen Hypothese nicht getragen werden können. Fragen wir uns also zunächst, ob die Theorie das leisten kann, was sie zu erklären vorgibt, nämlich „das Sehen geschlossener Farbenflächen hintereinander".

Bühler geht von der Voraussetzung aus, daß es sich bei den angegebenen Tatsachen um ein wirklich elementares Sehen hintereinanderliegender Farbflächen handelt. Nehmen wir einstweilen an, diese Voraussetzung bestände zu Recht.

Da Bühler an dem Heringschen Satz von der Einheit der Sehrichtung und der Einheit der Farbe festhält, so muß die Hypothese ihr Dasein dadurch rechtfertigen, daß sie es verständlich macht:

1. wie wir zwei Farbeneindrücke am gleichen Sehort haben können (denn dieses ist wiederum die condicio sine qua non des elementaren Hintereinandersehens);
2. wie es kommt, daß bei eintretender Tiefensonderung (die für sich genommen selbstredend niemals durch diese Hypothese verständlicher werden kann), die von der vorderen und hinteren Fläche ausgehenden Reize jeder für sich isoliert wahrgenommen, isoliert physiologisch wahrgenommen und isoliert aufgefaßt werden können.

Wir wollen versuchen, die theoretischen Ansichten und ihre Konsequenzen nachzuprüfen:

Hintereinandersehen bedeutet, daß hinter einem Sehding ein anderes gesehen wird. Lehnt man mit Bühler die Fähigkeit der Analyse optischer Empfindungen ab, so entspricht jedem Netzhautpunkt nur eine einfache Farbenqualität. Hiernach scheint es ausgeschlossen, daß zwei Farbeneindrücke am gleichen Sehort möglich sind. Wenn wir uns aber daran erinnern, daß unsere optischen Empfindungen uns keine Mosaikbilder der Außenwelt liefern, sondern daß wir kontinuierlich zusammenhängende Gesichtseindrücke haben, so könnte es scheinen, als sei die Mosaikhypothese tatsächlich der einzige mögliche Weg einer theoretischen Interpretation. Die Erregungen des W.- und S.-Systems würden dann, jedes System für sich, den Eindruck einer geschlossenen Farbfläche hervorrufen. Aber hier erheben sich bereits einige nicht unerhebliche Bedenken. Zwei

geschlossene Farbenflächen hintereinandersehen setzt voraus, daß sie bewußtseinsmäßig voneinander deutlich unterschieden werden. Weiterhin liegt es im Wesen der Hypothese, daß diese Unterscheidung letzten Endes dadurch verursacht wird, daß zwei nebeneinanderliegende Netzhautelemente des S.- und W.-Systems die eintreffenden Reize in verschiedener Weise aufnehmen. Nennen wir die vordere Farbenfläche V und die hintere H und dementsprechend die von ihnen ausgehenden Strahlungen v und h, so würde beispielsweise das S.-System die v- und das W.-System die h-Reize auf irgendwelche Weise bevorzugen und die anderen unterdrücken. Denn es ist selbstverständlich, daß beide Systeme praktisch niemals die Reize gesondert aufnehmen (etwa das S.-System nur die v- und das W.-System nur die h-Reize), sondern die Sachlage ist so, daß beide Systeme gleichzeitig von beiden Reizen affiziert werden. Nehmen wir einstweilen an, diese Auswahl und Unterdrückung der beiden Reizarten v und h fände statt. Die verschiedenartige Bevorzugung zweier nebeneinanderliegender Netzhautelemente a und b ist, wie schon gesagt, die Ursache ihrer bewußtseinsmäßigen Trennung. Geschieht diese Sonderung bewußt, so setzt das ein Wahrnehmen jener kleinsten Raumteilchen voraus, von denen zwei nebeneinanderliegende als verschiedenfarbig aufgefaßt würden. Die Folge wäre dann natürlich nicht ein Hintereinander von zwei Farbenflächen, sondern ein zweifarbiges Mosaik des Wahrnehmungsbildes. Die Theorie wird daher annehmen müssen, daß diese Verschiedenartigkeit der Reize unbewußt bleibt und nur die Summe aller jener kleinsten Reizunterschiede bewußt wird dadurch, daß eine funktionelle Verbindung zwischen allen Netzhautelementen untereinander in jedem System besteht. Wir kommen in unserer Analyse in Beantwortung auf die 1. Frage zu dem Ergebnis, daß unter den gegebenen Voraussetzungen die Hypothese Bühlers die beiden Farbenflächen am gleichen Ort erklären kann.

Wenn auch bis hierher die Hypothese ihren theoretischen Wert behaupten kann, so beginnen die eigentlichen Schwierigkeiten doch erst bei der von uns vorläufig als stillschweigend hingenommenen Tatsache, daß die v- und h-Reize von den beiden Systemen gesondert und ausgewählt bzw. unterdrückt werden sollen.

Halten wir uns an den Sektorenversuch, so könnte man vorerst daran denken, daß beide, sowohl die v- als auch die h-Reize,

gesondert den beiden Rezeptoren zukommen. Das ist aber keineswegs der Fall. Die zur Verschmelzungsfrequenz notwendige Geschwindigkeit der rotierenden Scheibe kann physikalisch und physiologisch eine Sonderung der auf der Netzhaut eintreffenden Reize nicht ermöglichen. Beide Rezeptoren werden gleichzeitig von der hinteren und im nächsten Zeitmoment von der vorderen Scheibe erregt. In Wirklichkeit wird der physiologische Reizwert gleich der Summe der physikalischen Reize sein. Es ist nicht uninteressant, an dieser Stelle zu bemerken, daß bei gelegentlichen Demonstrationen des in Frage stehenden Phänomens im hiesigen Institut beobachtet wurde, daß durch Vorschaltung einer Glasscheibe sowohl diese als auch die beiden anderen Scheiben, mithin dreierlei Dinge, deutlich hintereinander gesehen werden konnten. Demnach wäre Bühler gezwungen, sein Zweifelder- in ein Dreifeldersystem überzuführen. Wir verzichten, weitere Konsequenzen hieraus zu ziehen, betonen aber, daß unter Voraussetzung des Heringschen Satzes alle durch die Netzhaut perzipierten Reize in sich keine Anhaltspunkte für eine Farbensonderung zu bilden vermögen.

Soll aber die Mosaikhypothese überhaupt Sinn haben, so wird andererseits verlangt werden müssen, wie ja auch Bühler erwähnt, daß aus dem peripher physiologischen Reiz (peripher, weil der Mosaikapparat ein peripher gelegener ist) eine Komponente herausgehoben und gleichzeitig die andere unterdrückt wird. Das aber muß notwendig nach dem Vorangegangenen eine Analyse des physiologischen Reizes voraussetzen. Ob diese bewußt ist oder nicht, spielt für die Tatsache der Analyse (unter dem in der Hypothese maßgeblichen physiologischen Gesichtspunkt) keine Rolle. Weil wir uns aber der ausgesonderten und hervorgehobenen Komponenten bewußt sind, so haben wir bei Licht besehen wieder das, was Bühler durch die Erfindung seiner Hypothese umgehen will, nämlich die Spaltung der Empfindung. Nicht nur jedes der beiden Rezeptorensysteme als Ganzes analysiert den physiologischen Reiz, sondern auch jedes einzelne Netzhautelement muß dazu imstande sein. Bühler glaubt, die bedenkliche Annahme der Fähigkeit einer Analyse „optischer Empfindungen“ durch die Mosaikhypothese entbehren zu können, und er schafft, das ist das Merkwürdige, gerade durch seine Hypothese statt der einen Analyse von Netzhauteindrücken eine weit kompliziertere, nämlich zwei oder mehr

gleichzeitig im entgegengesetzten Sinn wirksame und miteinander in funktioneller Abhängigkeit stehende Systeme mit der Fähigkeit der Zerlegung von Empfindungen. Wollte man auch Gestalteindrücke oder irgendwelche vorhergehende Tiefensonderung verantwortlich machen, so setzt das wieder voraus, daß das ganze periphere Rezeptorensystem nur erst nach Einwirkung zentraler psychophysischer oder vielleicht auch nur rein psychischer „Reize" funktioniert. Wie eine solche zentrifugale Ergänzung des peripheren Apparates zu denken sei, ist vorläufig jedenfalls unklar.

Wir können die Ausführungen dieses Abschnittes nicht befriedigend zu Ende führen, wenn wir nicht jene Voraussetzung prüfen, von der wir ausgegangen sind, nämlich die, daß es ein reines Sehen hintereinanderliegender Farbenflächen gibt. Daraufhin werden wir versuchen, die genannten Tatsachen mit Hilfe einfacher und bereits bekannter Empfindungsinhalte und deren psychischer Verarbeitung, soweit es möglich ist, theoretisch auszudeuten.

Allein aus der Tatsache, daß das Hintereinandersehen von einer Gruppe gutgeschulter Beobachter und hervorragender Fachgelehrter bejaht, von der anderen aber verneint, zum mindesten als fraglich hingestellt wird, ist ersichtlich, daß es sich hier um Bewußtseinsinhalte handelt, deren phänomenale Gegebenheit nicht als allgemein beobachtete Tatsache hingestellt werden darf.

Das Hintereinandersehen, das anfangs nicht erzielt werden konnte, trat erst dann ein, als Wertheimers Anweisung, beide Ganzgestalten zu erfassen, befolgt wurde. Unbefangene Betrachtungsweise den Dingen und nicht den Empfindungen zugewandt, als die verlangte Bedingung für den Eintritt des Phänomens, ist eine Wahrnehmungsweise, in welcher erfahrungsmäßig erworbenes Wissen, überhaupt reproduzierte Vorstellungen, in markanter Weise wirksam sind. Nun ist nach unserem Empfindungsbegriff der Empfindungsinhalt um so mehr der sogenannten „reinen Empfindung" angenähert, je mehr es gelingt, die eben genannten Inhalte auszuschalten, weil nur auf diesem Wege die Bürgschaft gegeben ist, daß die ursprünglich einfachen Leistungen der Sinne am reinsten hervortreten können. Ziehen wir die früher angeführte Einstellungsweise des primären und sekundären Wahrnehmens heran, so erkennen wir sofort, daß bei primärem Sehen, das nach unserer Auffassung den

Empfindungsinhalten am nächsten kommen muß, kein Hintereinandersehen erfolgen kann, während bei sekundärem Sehen oder dem Wahrnehmen im gewöhnlichen Wortsinn einschließlich aller durch Verwertung einfacher Sinnesinhalte gewonnenen Erfahrungsniederschläge das Hintereinandersehen eintritt. Es scheint mir, daß der theoretische Streit um das Hintereinandersehen geschlichtet werden könnte, wenn man sich über die Begriffe Empfindung und Wahrnehmung einigen wollte und etwa nur dasjenige Sehen, welches unter möglichster Unterdrückung und Ausschaltung aller Erfahrungsmomente als eigentliches oder primäres Sehen (Wahrnehmen) und alle Sehweisen, in die Erfahrungsmomente und Denkinhalte eingehen, als sekundäres Sehen (Wahrnehmen) bezeichnen würde. Wir können Fuchs und dem ihm nahestehenden Kreis unbedingt zugeben, daß eine Änderung des bewußten optischen Inhalts eintritt, wenn man von der Primär- in die Sekundäreinstellung übergeht, müssen es dagegen ablehnen, hier von einer Empfindungsänderung zu sprechen.

Die Verhaltungsweise derjenigen Vpn., denen es selbst unter Beachtung der Wertheimerschen Bedingungen nicht gelang, das Hintereinandersehen hervorzurufen, wie Schumann selbst und Prof. Cornelius, werden, sobald sie auf die sinnlichen Inhalte ihre Aufmerksamkeit richten, willkürlich oder auch unwillkürlich alle zentralwirkenden Erfahrungsmomente ausschließen und sich lediglich dem Sinneseindruck zuwenden. Ihre Einstellung ist nicht diejenige (um mit Jaensch zu sprechen) „der impressionistischen Sehweise", viel eher gleicht sie der Wahrnehmungsweise bei Farbenreduktion im Sinne Katz'. So dürfen wir mithin behaupten, daß wohl von einem Wahrnehmen (sekundäres Wahrnehmen) des Hintereinander, niemals aber von einem Hintereinandersehen im elementaren Sinn die Rede sein darf.

Was hier speziell von der Versuchsanordnung Fuchs' ausgeführt wurde, gilt in gleicher Weise von der Trennung in ein Hintereinander von Beleuchtung und Beleuchtetem, Licht und Schatten, Raumfarben und abschließenden Flächen. Fehlt hierbei die Übersicht über die Beleuchtungsverhältnisse wie bei der Reduktion mittels des Lochschirmes, so wird in Primäreinstellung nur der farbige Eindruck wahrgenommen.

3. Deutung des Tatsachenkreises auf Grund anschaulicher Sinnesmeldungen. Bot sich uns im vorher-

gehenden ein Überblick über das wirklich elementare Inhaltsmaterial, welches als anschauliche Sinnesmeldungen dem gesamten Phänomen zugrundeliegt, so müssen wir annehmen, daß alles, was über jene Inhalte im gesagten Phänomen hinausgeht, entstanden ist aus der Verarbeitung des elementaren Materials, indem es durchsetzt wird von Vorstellungsbestandteilen früherer Wahrnehmungen, Wissensinhalten, Relationserlebnissen, Bewußtheiten und dergleichen.

Vergegenwärtigen wir uns den in dieser Abhandlung mehrfach hervorgehobenen Unterschied zwischen Primär- und Sekundärwahrnehmung, so ist ohne weiteres klar, was überall, sowohl im Laboratorium wie auch im täglichen Leben bestätigt wird, daß nämlich unsere normalen Wahrnehmungen sich nicht allein aus dem jeweils vorliegenden, den objektiven Reizverhältnissen entsprechenden Sinnesmaterial allein aufbauen. Wir perzipieren nicht wie die photographischen Platten, sondern unser gesamtes Wissen, der gesamte Niederschlag früherer Wahrnehmungen, ist gleichfalls am Aufbau der Wahrnehmungswelt lebhaft beteiligt. So selbstverständlich dieser Hinweis sich ausnehmen mag, so weitreichend bildet seine Nichtbeachtung die Quelle gewaltsam erzwungener unnützer Theorien und verfehlter Fragestellungen. Unsere psychologische Erkenntnis über die Verwendung des zwiefachen sinnlichen Materials muß die Voraussetzung, daß unsere Wahrnehmungen in jeder Hinsicht objektiven Reizen mit der ihnen immanenten physikalischen Gesetzmäßigkeit entsprechen, einfach ad absurdum führen. Sitzen wir am Arbeitstisch, so nehmen wir die Gegenstände des Zimmers ebenso wenig nur nebeneinander (sekundär) wahr, als wir sie hintereinander (primär) zu sehen vermögen, und doch bauen wir den nicht gesehenen Fußboden hinter der verdeckenden Tischplatte ergänzend auf. Diese noch rein vorstellungsmäßige Ergänzung wird naturgemäß um so „sinnlicher", je mehr mittels durchsichtiger optischer Gegenstände, wie Nebel, Glas und rotierende Episkotister-Scheibe, die Möglichkeit geboten ist, einmal von diesen selbst und gleichzeitig von den hinter ihnen gelegenen Dingen reines gegenwärtiges Sinnesmaterial zu erhalten. Wie immer in solchem Fall, man denke an die sinnliche Frische der Illusionsvorstellungen, prävaliert das rein sinnlich Vorliegende, auch dann, wenn es recht dürftig ist, über die nicht minder wichtigen ergänzenden Vorstellungsbestandteile derart, daß diese in jene ersteren untrennbar ein-

verwoben und damit versinnlicht, mit gleicher Frische primär gesehen werden. In der Primäreinstellung aber, falls ihre Durchführbarkeit gelingt, ist uns ein jederzeit vorzügliches Hilfsmittel geboten, das Aufbaumaterial zu scheiden und die rein sinnlichen Inhalte mehr oder weniger scharf aus dem Wahrnehmungsganzen zu isolieren.

Was im einzelnen bei den verschiedenen Erlebnissen jedesmal zusammenwirkt, ist natürlich nicht anzugeben. Die theoretische Deutung muß sich darauf beschränken, durch blasse Schemata nur die hervorstechendsten Komponenten herauszuheben, die hier oder dort eine anregende oder auch eine erhebliche Rolle spielen können. Unter diesem Gesichtspunkt gehen wir kurz auf einzelne der genannten Beobachtungen ein und beginnen mit der Deutung des Bühlerschen Episkotisterversuches. Befindet sich der Beobachter in einer Entfernung von ca. 12 m, so tritt keine Tiefensonderung beider Scheiben ein, gesehen wird nur eine weiße Farbenfläche. Langsam nähert sich der Beobachter, bis plötzlich bei 7 m Tiefensonderung eintritt, und im gleichen Moment werden zwei weiße Farben hintereinander gesehen, von denen die erste durchsichtig ist und wie ein weißer Flor vor der zweiten Scheibe sichtbar wird. Daß hier plötzlich Tiefensonderung eintritt, ist an sich nicht weniger problematisch als das Sehen zweier Dinge in verschiedenen Tiefenschichten. Die Ursache liegt eben darin, daß das Auge einmal die vordere und einmal die hintere Fläche, vor allem auf Grund der querdisparaten Leistung herausfassen kann. Körnungen und Unebenheiten der hinteren Scheibe sind erst jetzt bei näherem Abstand bemerkt worden und bilden die ersten sinnlichen Anhaltspunkte und Anregungen zur Modulierung der nicht sinnlich gegenwärtigen Inhalte. Diese in einer Ebene liegenden optisch bezeichneten Punkte der hinteren Oberfläche werden mit Hilfe der Vorstellungsresiduen durch eine zentrale psychische Ergänzung als Grundfläche aufgefaßt, und gleichzeitig vor dieser als ruhend erkannten Scheibe sehe ich einen weißen Flor. Auch wenn ich nicht weiß, daß dieser Flor durch die rotierende Episkotisterscheibe verursacht wird, so kann ich doch auf Grund von Erfahrungseindrücken, die ich von rotierenden Flächen, vor allem von rotierenden Scheiben, habe (Eindrücke, die ihr ganz bestimmtes optisches Wahrnehmungsgepräge besitzen), sofort und unmittelbar wahrnehmen und wissen, daß eine rotierende Episkotisterscheibe den durch-

sichtigen Schleier bewirkt. Diese Episkotisterscheibe nehme ich vor der anderen wahr, weil bei binokularem Sehen die Querdisparation die Orientierung zur feststehenden B-Scheibe vermitteln kann.

Bei der Wahrnehmung der Trennung von Grund und aufliegendem Schatten findet gleichfalls Tiefensonderung statt. Die außer dem Schattenbereich wahrgenommene Struktur des Grundes geht durch den Schatten kontinuierlich hindurch. Auch da, wo der Schatten so stark ist, daß bei Betrachtung durch den gelochten Schirm die Strukturbeschaffenheiten nicht mehr wahrnehmbar sein würden, wird trotzdem etwas infolge der Angleichung in der normalen Oberflächenstruktur „gesehen". Mit der Wahrnehmung der kontinuierlich sich fortsetzenden Grundstruktur wird wahrscheinlich infolge der Angleichung auch der mit ihm verbundene Helligkeitseindruck sich fortsetzen. Wenn wir die Beleuchtungsverhältnisse kennen, so wissen wir, daß der gleiche Grund samt der ihm eigenen Helligkeit sich unter dem Schatten hinzieht. (Dieser Eindruck wird besonders lebhaft, wenn der Schatten sich über den Grund hinwegbewegt.)

Wird nun die dem Grund eigene Helligkeit und Struktur im Schattenbereich vermindert, so entsteht in uns der Eindruck, daß ein dunkles Etwas Struktur und Helligkeit verdeckt, daß aber beide in Wirklichkeit unter der Schattendecke vorhanden sein müssen, daß der Schatten über sie hinweggeht oder als Fremdes aufliegt. Indem wir dabei den dunklen Bereich als ein dingliches Etwas ansehen, das „eigentlich" nicht zur Fläche gehört, findet wahrscheinlich durch Angleichung an den schattenlosen Grund eine vorstellungsmäßige zentrale Aufhellung des beschatteten Teiles statt. Mittels dieser Deutung durch Angleichung und beziehliches Wissen wird gleichzeitig die Helligkeitskonstanz der Sehdinge verständlich, ohne daß man die Gedächtnisfarben zu bemühen braucht. In ganz analoger Weise wie Licht und Schatten lassen sich, worauf nicht mehr näher eingegangen werden kann, alle „raumhaften Empfindungen" verständlich machen, indem wir hier, wie überall, mit dem elementaren Sinnesmaterial und ihrer Durchsetzung mit Erfahrungsbestandteilen vorläufig ausreichen können.

III. Das Lokalisationsproblem.

a) Raumbewußtsein und Ortsbestimmung.

Bei der Analyse unseres Raumbewußtseins kamen wir zu dem Ergebnis, daß die Grundlagen des subjektiven Anschauungsraumes anschauliche Sinnesmeldungen sind. Schon eine oberflächliche Analyse unseres entwickelten Raumbewußtseins zeigt uns, wie das Bewußtsein vom Raum überhaupt gegeben ist. Uns allen ist heute die Unterscheidung von Anschauungsraum und Denkraum geläufig geworden. Der reine Denkraum, das liegt in seiner Natur, ist ein begriffliches Gebilde, das vorstellungsmäßig sich niemals darstellen läßt. Dagegen können wir ihn als Begriff definieren.

Vom Denkraum unterscheidet sich der sogenannte Anschauungsraum, der weder durch Definition noch durch Beschreibung bestimmt, wohl aber, wie der Name sagt, anschaulich vorgestellt werden kann. Für eine Erörterung des Lokalisationsproblems erscheint es mir ratsam, bezüglich dieses anschaulichen Vorstellungsraumes, der das Substrat und die sinnlichen Grundlagen des Denkraumes abgibt, eine weitere empirisch erfahrbare Unterscheidung in Vorstellungs- und Wahrnehmungsraum zu machen. Um von vornherein ein Mißverständnis auszuschließen, sei bemerkt, daß wir uns bei dieser theoretischen Unterscheidung zweierlei gegenwärtig halten müssen:

1. Zwischen rein vorstellungsmäßig und rein wahrnehmungsmäßig Gegebenem unter dem Gesichtspunkt der Anschaulichkeit des Inhalts läßt sich, wie in neuester Zeit unter anderem auch durch die Untersuchungen von Jaensch über die Eidetiker unzweifelhaft dargetan wurde, kein Wesensunterschied finden.

2. Jede sinnliche Wahrnehmung des Raumes oder kurz jeder sinnliche Wahrnehmungsraum ist mit Vorstellungselementen durchsetzt, ebenso wie andererseits jede anschauliche Vorstellung des Raumes Bestandteile enthalten kann, die zwar reproduktiv angesichts des vorstehenden Satzes, aber nichtsdestoweniger als sinnliche Wahrnehmungsinhalte psychisch sich repräsentieren.

Trotz dieser beiden Feststellungen berechtigt uns die Praxis des Lebens, von vorwiegend sinnlich wahrgenommenem und vorwiegend vorgestelltem Anschauungsraum zu sprechen oder, wenn wir von den Zumischungen absehen, einfachhin die praktisch gemachten Unterscheidungen von Vorstellungs- und Wahr-

nehmungsraum beizubehalten. Der Wahrnehmungsraum, bei Vollsinnigen als wahrgenommener Sehraum, beim Blindgeborenen als wahrgenommener Tastraum, umfaßt das Material an anschaulichen Sinnesmeldungen. Aus diesem Grund mußten wir in dieser Abhandlung dem Wahrnehmungsraum vorwiegend unser Interesse zuwenden. Stets aber soll dabei berücksichtigt werden, daß unser allgemeines Raumbewußtsein weit über diesen Wahrnehmungsraum hinausgeht und daß Vorstellungs- und begriffliche Bestandteile von gleicher Wichtigkeit für den Aufbau unseres Vorstellungsraumes (hier im weitesten Sinn) sind, wobei wir aber daran festhalten müssen, daß die Grundbestandteile an anschaulichen Sinnesmeldungen nicht nur den Wahrnehmungs-, sondern auch den Vorstellungs- und Denkraum ursprünglich aufbauen müssen und daß weiterhin das entwickelte Bewußtsein die sinnlichen Vorstellungs- und die begrifflichen Bestandteile nicht mehr streng sondern kann, wenn wir nicht durch besondere Einstellung uns psychisch für eine derartige Analyse prädisponieren. Das eigentliche psychische Produkt aus den drei soeben genannten Komponenten bildet für uns das Bewußtsein vom Raum, das wir in diesem Sinn als komplexe Raumvorstellung oder kurz komplexen Raum (subjektiv) bezeichnen wollen. In diesem komplexen Raum wird der wahrgenommene Raum durch den Vorstellungsraum und Denkraum ergänzt. Liegt wahrnehmungsmäßig ein Ausschnitt des optischen Raumes vor, so werden durch Augenbewegungen oder durch Ortswechsel unseres Standortes immer neue Teile des komplexen Raumes als Wahrnehmungen kontinuierlich dem in der Ausgangslage gehabten Wahrnehmungsraum sich anschließen, während ebenso kontinuierlich entgegengesetzt gelegene Teile des Wahrnehmungsraumes zum Vorstellungsraum werden. Infolge der Konstanz dieser Anordnung der sinnlichen Inhalte und ständiger Übung kommt uns dieses Verschwinden und Auftauchen nicht mehr zum Bewußtsein. Auf Grund tausendfacher Erfahrung erwarten wir eben keine andere räumliche Wahrnehmung als die durch den Vorstellungsraum vorausgenommene. Diese allmähliche Entwicklung des Raumbewußtseins auf Grund des sinnlich wahrgenommenen Materials wird, wie bereits gesagt wurde, erleichtert oder überhaupt wohl erst ermöglicht auf Grund der Anordnung des peripheren Sinnesapparates. Die Konstanz der Erscheinungsweisen der sinnlichen Raumdaten und die sinnlichen Inhalte selber ermöglichen nicht nur den

Aufbau des einheitlichen Raumbewußtseins, sondern sie geben durch den sinnlichen Bewußtseinsinhalt gleichzeitig die Veranlassung zur Erweiterung des Wahrgenommenen durch das Denken, nämlich die Ausbildung von Hauptrichtungen und die Bildung des subjektiven Koordinatensystems und damit die Lokalisation innerhalb des komplexen Raumes.

Soweit der Vorstellungsraum uns anschaulich gegeben ist, sind wir befähigt, einzelne sinnliche Inhalte herauszufassen und sie bezüglich ihrer Einordnung im Gesamtraum anschaulich zu bestimmen. Diese Raumbestimmung oder Lokalisation ist natürlich sinnlich fundiert. Im Sinne unseres Leitsatzes soll auch bezüglich der Lokalisation unserer Wahrnehmungsinhalte auf die Frage eingegangen werden: Gelingt es uns auf Grund der bisher angenommenen Elementarinhalte, diese Fähigkeit der Ortsbestimmung in jedem Fall verständlich zu machen.

b) Die Lokalisation der Berührungsempfindungen.

Wir beginnen zweckmäßig mit einer Beobachtung, die längere Zeit hindurch die Annahme eines spezifischen Ortssinns gerechtfertigt erscheinen ließ. „Werden wir an irgendeiner Körperstelle berührt, so können wir im allgemeinen ziemlich genau den Ort der Berührung angeben[1])."

Auf Grund dieser Beobachtung glaubte man längere Zeit hindurch annehmen zu müssen, daß die Nervenendigungen in der Haut außer den ihnen eigentümlichen qualitativen Inhalten auch die rätselhaft anmutende Fähigkeit besäßen, bei ihrer Reizung uns unmittelbar auch den Ort dieser Reizung anzugeben, so daß die Tast-, Berührungs-, Temperatur- und Schmerzempfindungen, kurz alle Hautempfindungen, unmittelbar als Elementarinhalt auch die Ortslagen vermitteln können. Es zeigt uns nun aber schon die Selbstbeobachtung, daß sich die Ortswahrnehmung durchaus nicht als ein Inhalt derartig elementarer Art erweist. Versuchen wir die Analyse des Phänomens, so stoßen wir auf Tasteindrücke von bestimmter Qualität. Dazu gesellen sich vielleicht auch Berührungs- und Temperaturempfindungen. Gleichzeitig aber taucht bei dem einen mehr, bei dem anderen weniger, immerhin aber deutlich wahrnehmbar, das optische Bild der berührten Körperstellen samt der nächsten oder auch weiteren Umgebung auf. Bleiben diese Vorstellungen

1) (24) S. 112.

unentwickelt, so ist es oft schwierig anzugeben, in welchem Deutlichkeitsgrad und in welch örtlichem Umfang die betreffenden Körperstellen oder auch Körperteile visualisiert wurden. Da sich herausgestellt hat, daß Personen mit guter Visualisationsfähigkeit genauer und schneller lokalisieren können als solche mit mangelhaft ausgebildeter, so darf man schließen, daß wir in dem begleitenden Vorstellungsbild eine einflußreiche Komponente der örtlichen Wahrnehmung vor uns haben.

Doch dieser visuelle Bestandteil darf nicht schlechthin als alleiniger Repräsentant der Ortsbestimmung gelten, denn wir wissen, daß auch Blindgeborene, bei denen die visuelle Komponente fortfällt, gleichfalls den Ort der berührten Stelle angeben können. Denken wir daran, daß bei Vollsinnigen der gesamte Anschauungsraum sich vorwiegend, man könnte sagen, fast ausschließlich aus optisch gegebenen Inhalten aufbaut, so darf es nicht wunderlich erscheinen, daß Vollsinnige nicht in der Lage sind, jene raumbestimmende Komponente, die bei Blindgeborenen in Aktion tritt, auch nur einigermaßen aus dem Gesamteindruck zu analysieren. Wir können aus guten Gründen annehmen, daß bei ihnen an Stelle des optischen Bildes Komplexe, gebildet aus Lage- (Gelenk- und Muskelempfindungen oder beiden) und Bewegungsempfindungen der tastenden Organe, vorhanden sind, deren Variationen in ähnlicher Weise mit den Berührungsempfindungen der berührten Hautstellen auf Grund vielfacher Erfahrung innige Assoziationen eingehen, wie sie bei Vollsinnigen zwischen Berührungs- und optischem Wahrnehmungsbild zustandekommen. In keiner Weise sehen wir uns daher zur Annahme „jener rätselhaften Fähigkeit der Tastnerven gedrängt . . ., vermöge deren sie unmittelbar von jeder einzelnen Körperstelle Kunde bringen sollten“[1]).

Die Entscheidung der Frage, ob infolge längerer Übung an Stelle des ersten psychischen Assoziationsgliedes (Empfindungsinhalt und Berührungsstelle) zuletzt einfach der physiologische Erregungszustand im gereizten Nervenendapparat treten kann, ist hier belanglos, da unser Satz davon nicht berührt wird. Wie aus diesen komplexen Verbindungen des „Ortssinns“ das allgemeine Lokalisationsgesetz abgeleitet werden kann, ist in den genannten Lehrbüchern von Lindworsky und Fröbes eingehend dargestellt worden.

---

1) (24) S. 113.

Die Lokalisation der Hautempfindungen beruhte nach allem also niemals auf den ihnen entsprechenden Empfindungen selbst, sondern auf jenen sinnlichen Komponenten, welche den Tast- und Sehraum konstituieren, wobei nochmals bemerkt sei, daß bei Vollsinnigen die optischen Empfindungen besonders hervortreten und für die Lokalisation allein zureichend sein können.

c) Die Lokalisation der Sehdinge.

Wenden wir uns nunmehr der Ortsbestimmung optisch gegebener Inhalte zu, so kann es sich hier, wo nach unserer Voraussetzung den optischen Inhalten ursprünglich Raumcharakter zuerkannt werden muß, nur um die Frage handeln, auf welchem elementaren Merkmal in diesem Fall die Ortsbestimmung beruht. Wir müssen dabei von der Tatsache ausgehen, daß beim Erwachsenen gleichzeitig mit der objektiven Lageverschiedenheit der Netzhautpunkte verschiedene Ortswerte gegeben sind.

Die Gesamtheit der sinnlichen Grundlagen, welche uns eine Ortsunterscheidung überhaupt erst ermöglicht, nennen wir das komplexe Lokalzeichensystem. Daß aber die Lokalisation selbst nicht als eine psychische Resultante dieses physiologisch fundierten Systems der entsprechenden elementaren Sinnesinhalte (visuelle und motorische Daten) anzusehen ist, das wird weiter unten durch eine deskriptive Analyse der Ortsbestimmung gezeigt werden. Wie wir sogleich an mehreren Fällen nachweisen, sind die bewußten Ortswerte an das vorhandene elementare sinnliche Lokalzeichensystem nicht untrennbar gebunden. Abnorme Netzhautverlagerungen, Veränderungen im zentralen Nervensystem, künstlich hervorgerufene Umgruppierung der Reizzuleitung usw. sind imstande, auf die Dauer eine Umwertung der einmal bestehenden Lokalzeichen zuwegezubringen, sobald Erfahrungsmotive zwingenden Anlaß dazu geben. Hierfür einige Beispiele:

1. Wundt[1]) berichtet uns aus eigener Erfahrung, daß bei Verlagerungen von Netzhautelementen infolge krankhafter Prozesse die betreffenden Netzhautelemente ihre alte Lokalisation beibehalten, so daß es zu Metamorphopsien kommt. Bei bleibender Dislozierung der Elemente verschwinden später die Metamorphopsien. Die einzelnen Netzhautelemente hatten demnach unter dem Einfluß der Erfahrung andere Ortswerte angenommen.

1) (33) S. 540—544.

2. Ein Fall von Umgruppierung der Ortswerte wurde in neuerer Zeit im neurologischen und psychologischen Institut zu Frankfurt von W. Fuchs[1]) eingehender untersucht.

Infolge von Hirnverletzungen durch Kopfschuß war eine Gesichtshälfte anopisch bzw. amblyopisch geworden. Die Folge war nicht etwa, wie man apriorisch vermuten konnte, daß nur eine Sehfeldhälfte wahrgenommen wurde, sondern es bildete sich in der gesunden Hälfte eine neue, sogenannte Pseudofovea. Die gesunde Sehfeldhälfte verschob sich in Richtung auf die geschädigte Seite hin. Außerdem wurden die Gegenstände innerhalb des verschobenen Sehfeldes nach der gesunden Hälfte hin verlagert.

3. Auch in den wertvollen Experimenten Strattons erhalten jene Netzhautelemente, deren entsprechende Empfindungsinhalte oben (unten) lokalisiert wurden, jetzt den Lokalisationswert unten (oben).

4. Der erfolgreiche Gebrauch der Brille für Hemianopiker von Igersheimer zeigt ebenfalls, daß die Netzhautelemente neue Raumwerte erhalten können.

5. Desgleichen ist bekannt, daß Schielende und operierte Schielende neue Raumwerte erwerben können. Macht sich bei Reizung einer engbegrenzten Netzhautstelle außer dem neuhinzugekommenen auch noch ein früherer Ortswert geltend, so haben wir den seltenen Fall der unokularen Diplopie, die Bielschowsky entdeckt und beschrieben hat[2]).

Das gesamte hier angeführte Tatsachenmaterial zeigt also einwandfrei, daß irgendein Netzhautpunkt unter geeigneten Umständen andere (psychische) Ortswerte annehmen kann und ebenso umgekehrt, daß ein und derselbe Ortswert verschiedenen Netzhautstellen zukommen kann. Normalerweise bestimmt der Bau des Auges und damit die Anordnung der Netzhautelemente auch die Anordnung der Raumwerte. Einige Beobachtungen aus der Kinderpsychologie weisen deutlich darauf hin, daß die Raumwerte, wenigstens soweit die psychischen Ortsbestimmungen in Frage kommen, im Laufe der individuellen Erfahrung erworben werden. Jederzeit läßt sich nämlich feststellen, daß Kinder in ihren Gesichtswahrnehmungen gegen die räumliche Anordnung relativ gleichgültiger sind als Erwachsene.

---

1) (10).

2) Zitiert bei Fröbes. (9) S. 278.

(Druckzeilen werden auf dem Kopf stehend schneller gelesen, als die meisten Erwachsenen es fertig bringen.) Besonders kleine Kinder fühlen sich nicht sehr behindert, wenn man ihnen das Bilderbuch auf dem Kopf stehend zur Betrachtung darbietet. Auch Erwachsene gewöhnen sich an die Umkehrung der Bilder im Mikroskop.

Die räumliche Bestimmung der Sehdinge oder ihre Lokalisation ist, abgesehen natürlich von der durch den Bau des Nervenapparates bestimmten, d. h. angeborenen Disposition, beim Menschen Erfahrungsprodukt. Wie dieses zu verstehen ist, sei hier kurz veranschaulicht:

Im Normalfall einer optischen Wahrnehmung ist das gesamte Sehfeld (wir sehen der Einfachheit wegen von jeder Tiefenabstandsbestimmung vorläufig ab) als ein Nebeneinander von farbigen Sehdingen gegeben. Doch legen wir unserer Erläuterung besser einige konkrete Situationen zugrunde. Am Arbeitstisch sitzend schaue ich auf die gegenüberliegende Zimmerwand. Geradeaus vor mir gewahre ich einen Nagel in der Wand, 50 cm rechts davon beginnt der Türrahmen, 30 cm links vom Nagel hängt ein kleines Bild (Situation a). Nagel, Bild und Türrahmen heben sich von den anderen Dingen besonders ab und sind, wie zunächst alle unterscheidbaren Sehdinge, lokalisiert. Wodurch aber wird diese räumliche Bestimmung gegeben? Rein phänomenal, d. h. theoretisch unvoreingenommen ist mir die Bestimmung eines jeden isoliert erfaßbaren optischen Inhalts nur durch die Gesamtheit der mitbeachteten oder letzten Endes aller wahrgenommenen Dinge gegeben, anders ausgedrückt, Nagel, Tür und Bild sind in ihrer Lage ganz eindeutig bestimmt lediglich nur auf Grund aller zwischen ihnen liegenden wahrnehmbaren Sehgebilde, die ja durch Vermittlung des dioptrischen Mechanismus extensiv eindeutig geordnet sind.

Schalte ich nun das Licht aus und lasse sofort oder einige Sekunden später den Nagel und vielleicht auch seine nächste Umgebung beleuchten (Situation b), so erscheint der Nagel auch jetzt, trotzdem jeder differenzierte optische Anhaltspunkt fehlt, nicht irgendwo im Raum, also unlokalisiert, sondern hat, wie im Falle a, seinen ganz bestimmten Ort im sonst schwarzen Sehfeld, denn gleichzeitig tauchen nämlich die in a mitgesehenen und ortsbestimmenden visuellen Gegenstände als Komplexergänzung auf, dieses alles noch unter der Voraus-

setzung, daß meine Gesamtlage, Körperhaltung und Augenstellung in a und b, soweit als möglich, konstant geblieben ist und diese Konstanten den visuellen Komplex inhaltlich erweitern und bereichern.

Daraufhin lasse ich, während die Augen geschlossen sind, den Nagel entfernen und an seine Stelle eine rote Papierscheibe an die Wand heften. In einer nun folgenden dritten Situation (c) wird bei verdunkeltem Zimmer, ähnlich wie in b, der rote Kreis durch isolierte Beleuchtung sichtbar gemacht. Auch jetzt taucht trotz des verschiedenen Reproduktionsmotivs (Nagel und Scheibe) dank der Komplexreproduktion das Raumschema a wieder auf und wirkt lagebestimmend. Es darf hier nicht wundernehmen, daß in diesem Fall c die Komplexergänzung durch ein scheinbar völlig heterogenes Motiv aktualisiert wird, denn es ist wohl zu beachten, daß ja auch Gesamthaltung und Augenstellung in den Komplex einbezogen sind. Diese letzteren sowie die Begleitsachverhalte des „Geradevormir" und „kürzeste Entfernung" (wir sprachen ja vom entwickelten Bewußtsein des Erwachsenen) sind also das bekannte und eigentlich wirkende Reproduktionsmotiv.

Diese Konstanten genügen also völlig, trotz der veränderten Umstände, die Komplexergänzung und damit die Ortsbestimmung zu sichern. In ähnlicher Weise könnte auch Augenstellung und Körperhaltung sich ändern, ohne daß der beschriebene Vorgang gestört würde, wenn nur einige Elemente konstant bleiben. Da in keinem Fall das Gesichtsfeld optisch leer ist und im Laufe der Erfahrung diese sichtbaren Zwischeninhalte bestimmten Augenbewegungen zugeordnet werden, so bilden sich weitere Hilfsmotive aus, die zuletzt als motorisches Lokalzeichensystem erleichternd wirken und die relative Festigkeit der Ortswerte der einzelnen Netzhautstellen stärken können.

Es würde hier zu weit führen, die zahlreichen derartigen Variationen zu analysieren und insbesondere die oben erwähnten Anomalien des Sehens unter dem Gesichtspunkt dieser rein psychologischen Deutung des Lokalisationsphänomens im einzelnen durchzuführen. Es ist ohne weiteres einsichtig, daß infolge der physiologischen Vorzugsstellung des fovealen Netzhautgebietes im besonderen Maße die Konstanz der Reproduktionsmotive verbürgt wird und dadurch der Fovea bei jeder Lokalisation ein Hauptanteil gesichert bleibt. Verliert aber die Fovea aus irgendwelchem Grunde ihre anatomisch-physiologisch

bedingte Vorzugsstellung und entsteht eine Pseudofovea, so bildet sich eine neue Anordnung der Raumwerte aus. Daß in solchen Fällen der ursprünglich foveale Raumwert unter geeigneten Umständen sich doch wieder durchzusetzen vermag und mithin zwei Raumwerte für ein Netzhautgebiet vorhanden sind, braucht nicht auf ihrem Angeborensein zu beruhen, sondern kann dadurch erklärt werden, daß jene echte Fovea ihre physiologische Vorzugsstellung (Bildschärfe, jahrelange Funktion) mit der Bildung der neuen Fovea überhaupt nicht völlig verloren hat. Wird eine neue Fovea als neuer „Nullpunkt" erworben, so ist es leicht erklärlich, daß diese neue Lokalisation äußerst labil ist, weil eben die neue Makula die erwähnte Vorzugsstellung nicht besitzt und ihre Auszeichnung mehr psychisch als physiologisch bedingt ist. Daß die Aufmerksamkeit eine erhebliche Rolle dabei spielt, ist wohl anzunehmen; und da sich die Aufmerksamkeitsverteilung und -zuwendung wiederum nach den dargebotenen Objekten richtet, so kann man in diesem Sinn von einer „strukturgemäßen Reaktion" sprechen. Allerdings unterscheidet sich diese Auffassung von derjenigen Köhlers dadurch, daß sie als psychisch und nicht als physiologisch bedingt erscheint. Ebenso wie dem optischen Nullpunkt liegen auch den anderen Werten des Koordinatensystems (rechts und links, oben und unten, vorn und hinten) sinnliche Komplexe zugrunde. Ähnliches gilt auch, wie wir sahen, für die Tiefenkoordinaten.

Bildet bei der Lokalisation der eigene Körper einen Bezugspunkt, so dürfen wir diese Lokalisation als subjektive bezeichnen. Halten wir in verschiedenen Körperlagen die Einstellung der subjektiven Lokalisation fest, so werden die gleichen Sehdinge, welche vorher bei aufrechter Körperhaltung lokalisiert waren, bei veränderter Körperhaltung (Rückenlage) umlokalisiert werden. Neben der subjektiven Lokalisation macht sich, wegen der bewußten Änderung der Körperlage und der bewußten Lagenkonstanz der Dinge im Vorstellungsraum die alte Lokalisation unter Umständen geltend. Wir lokalisieren jetzt in Rücksicht auf die Lagenveränderung des Körpers und die Lagenkonstanz der Objekte (objektive Lokalisation). Werden nach der Ausbildung des weiter oben erwähnten komplexen Zeichensystems gewisse Netzhautpartien anatomisch verlagert (Wundts örtlich begrenzte Dislokation), so nehmen diese verlagerten Elemente auf die Dauer unter dem Einfluß

der Erfahrung und des erworbenen Schemas, d. h. im Sinne der gesamten übrigen, erhalten gebliebenen Werte andere Ortswerte an, wodurch die Metamorphopsien verschwinden. In ähnlicher Weise vollzieht sich eine Ortsumwertung aller Lokalzeichen, wenn gleichzeitig durch irgendwelche Vorkehrungen (Strattons Prismenvorrichtung und Igersheimers Brille) erreicht wird, daß dem bisherigen psychischen Zeichensystem andere objektive Ortslagen entsprechen. In den ersten Tagen sind die alten Assoziationen noch stark genug, sich gegen die Erfahrungen anderer Sinnesgebiete und gegen das Wissen um die Irrealität dieser durch die alten Assoziationen vermittelten Ortswerte durchzusetzen. Auf die Dauer aber erzwingen diese letztgenannten beiden Faktoren doch eine Umprägung der Ortswerte.

IV. Die Entwicklung des subjektiven Zeitbewußtseins auf Grund elementarer Erlebnisinhalte.

Nachdem wir das für den Dingeindruck wie für unser Wissen um äußere Dinge überhaupt wesentliche Moment der Räumlichkeit behandelt haben, wenden wir uns nunmehr dem konstitutiv nicht minder bedeutsamen Zeiterlebnis zu: Unter dem Gesichtspunkt unseres Leitsatzes hat uns hauptsächlich die Frage zu beschäftigen, ob dieses Erlebnis notwendig auf Grund anschaulicher Sinnesmeldungen zustandekommt. Diese Frage ist schon aus dem Grund nicht unberechtigt, weil gerade hier ein Bewußtseinsinhalt vorliegt, dem es infolge seines abstrakten Charakters auf den ersten Blick durchaus nicht anzusehen ist, ob er nicht auch ohne Empfindungsgrundlagen überhaupt verwirklicht werden könnte; noch viel weniger aber ist ersichtlich, welche sinnlichen elementaren Inhalte dabei in Frage kommen. Wir sehen uns daher veranlaßt, das komplizierte, meist auch wenig anschauliche Zeiterleben in einer Form aufzusuchen, welche derart anschaulich und einfach ist, daß aus ihr synthetisch unser gesamtes Zeitbewußtsein aufgebaut werden kann. Unter allen Inhalten des Zeitbewußtseins wird heute ziemlich übereinstimmend nur die psychische Präsenzzeit als anschauliches Fundament des eigentlichen Zeitbewußtseins angesehen. Ähnlich wie der Wahrnehmungsraum in den Vorstellungsraum, geht die psychische Präsenzzeit kontinuierlich in die Zeitvorstellung der Vergangenheit und auch der Zukunft über. Dabei

ist es verständlich, daß auch die von uns erlebte Vergangenheit noch ein anschauliches Gepräge besitzt. Subjektiv und anschaulich erlebte Zeitzeichen (Sinken der Lebhaftigkeit der Reproduktion vergangener Bewußtseinsinhalte und vielleicht noch anderes) befähigen uns, die subjektiv erlebte Vergangenheit in der zweidimensionalen Zeitkoordinate noch ungefähr richtig unterzubringen. Die quantitative Ordnung wird uns durch die Menge der periodisch verlaufenden Wahrnehmungsinhalte (Rhythmus der Pulsation, der regelmäßige Wechsel des Hell und des Dunkel bei Tag und Nacht usw.) ermöglicht. Diese subjektiv und empirisch gewonnene Zeitordnung wird in weiterer intellektueller Verarbeitung noch feiner differenziert, indem die Mengengröße (Zahl) der erlebten periodischen Wechsel und der genannten und anderer Inhalte zur Zahl begrifflich fortgebildet wird.

Die so gewonnene begriffliche Zeit kann dann im Laufe der Erfahrung über die Gegenwart nach beiden Richtungen hin als objektive Zeit genau wie die ordnende Zahlengröße selbst bis zur Unendlichkeit erweitert werden, wobei es so zu gehen pflegt, daß mit zunehmender Bereicherung der Bewußtseinsinhalte an Stelle des subjektiven Zeitzeichens im Laufe der individuellen Entwicklung mehr und mehr die begrifflich sogenannten Zeitzeichen in Gestalt einer bestimmten Mengengröße erlebter, vorgestellter oder gar nur gedachter Zeitperioden bieten. Das gesamte Zeitbewußtsein überhaupt, sei es anschaulich erfaßbar oder nur begrifflich denkbar, baut sich demnach auf Grund der anschaulich erlebten Präsenzzeit auf. Diese psychische Gegenwart wird von uns so unmittelbar erlebt, daß es schwierig erscheint, hier noch analysierend vordringen zu können.

Hinsichtlich dieses reduzierten relativ einfachen Zeiterlebnisses wiederholen wir nunmehr die eingangs aufgeworfene Frage nach den notwendigen sinnlichen Grundlagen. Ihre Bejahung oder Verneinung wäre nach dem soeben Dargelegten für das gesamte Zeitbewußtsein entscheidend. Soweit ich sehe, hat sich bei den recht zahlreichen Untersuchungen, die sich mit dem Zeitbewußtsein, gleich unter welchem Gesichtspunkt, befaßten, kein einziger Fall herausgestellt, aus dem auch nur mit einiger Sicherheit geschlossen werden könnte, daß Zeit bewußt erlebt werden kann, ohne an anschauliche Erlebnisse in irgendeiner Weise gebunden zu sein. Es darf demnach die Behauptung auf-

gestellt werden, daß keine absolut leeren Zeiten erlebt werden. Es sind zwar zahlreiche Versuche über die optimale Schätzung leerer Zeitstrecken angestellt worden. Aber ihre Resultate können unsere Behauptung nicht erschüttern; denn leere Zeitstrecke bedeutet hier, daß während dieser Zeit keine Reize appliziert wurden, nicht aber, daß keine anschaulichen Bewußtseinsinhalte vorhanden gewesen sind. Zweck und Art der Versuchsanordnung war zudem meist derart, daß es dem Vl. wie den Vpn. nicht darum zu tun war, der Existenz und Art solcher Inhalte besonderes Interesse entgegenzubringen. Wenn an dieser Stelle der Einwand erhoben würde, daß die während einer tiefen Ohnmacht oder nach traumlosem Schlaf abgelaufene objektive Zeit nachträglich als subjektive Zeit bewußt werden kann, so ist darauf zu erwidern, daß zum mindesten während solcher inhaltlosen Zeitspanne keine Zeit erlebt werden konnte. Nachträgliches Konstatieren und Schätzen der vergangenen Zeit ist natürlich kein anschauliches Erleben dieser Zeit und ebensogut nur erschlossen wie die Bewegung des Mondes am klaren nächtlichen Himmel.

Nachdem wir beim Zeitbewußtsein auf die Notwendigkeit vorhandener sinnlicher Inhalte hingewiesen haben, wollen wir in diesem Zusammenhang kurz auf die Frage eingehen, ob dem Zeiterleben etwa spezifische Empfindungen zugrundeliegen möchten. Diese Frage muß verneint werden; da nämlich sämtliche Sinnesinhalte zeitlich erlebt werden, so müßten alle diese verschiedenen Empfindungen jene spezifische Zeitempfindung aufweisen. Das aber kann bis heute nicht nachgewiesen werden. Wohl aber dürfen wir annehmen, daß die Gruppen der periodisch wiederkehrenden Organempfindungen vornehmlich im Zeiterleben eine bedeutsame Rolle spielen. Es genüge hier der Hinweis, daß z. B. bei gewissen pathologischen Fällen (die Kranke von Revault d'Alonnes)[1]) Anomalien im Gebiete der Organempfindungen mit solchen im Gebiete des Zeiterlebens zusammengehen. Wo immer wir Zeiterlebnisse finden, treten sie in einfachster Gestalt als dauernde oder auch als sich verändernde Empfindungsinhalte auf.

Mithin können Dauer und Veränderung ohne diese Empfindungsgrundlagen niemals anschaulich erlebt werden, sind daher nicht als selbständige Inhalte anzusehen. In den sich

1) (9) S. 379.

verändernden Empfindungen und in dem anschaulich erlebten Beharren sinnlicher Inhalte ist eine hinreichend sinnliche Grundlage gegeben, um durch sie zu dem Begriff von Dauer und Veränderung zu gelangen.

V. Das Erlebnis des anschaulichen Bewegungseindruckes.

Nach diesen Erörterungen wird sich Gelegenheit bieten, die Bewegungswahrnehmung aus ihrer scheinbar isolierten Stellung zu verdrängen und sie durch Einordnung unter die Übergangs- bzw. Veränderungserlebnisse theoretisch begreiflicher zu machen. Der sinnlich anschauliche Charakter der Bewegung wird auf Grund der sinnlich fundierten Anordnung im Zweidimensionalen verständlich, indem wir mit Stern und in Übereinstimmung mit Lindworsky[1]) annehmen, daß wir unmittelbar die Veränderung der bzw. die sich verändernden sinnlichen Inhalte anschaulich wahrnehmen. In der Bewegung erfassen wir diese Veränderung als Orts- oder Lagenveränderung. Damit ist gleichzeitig gegeben, daß wir auch das Zu- und Abnehmen jener Strecken anschaulich wahrnehmen, die von den gesehenen Objekten in der Bewegungsrichtung sich nach dem Ausgangs- und Endpunkt der Bewegung hin erstrecken. Diese anschaulichen Grundlagen reichen zur Bildung des Bewegungsbegriffes vollständig aus.

Soll ein Übergang innerhalb des Räumlichen von einem Ort zum anderen als Veränderung bewußt werden, so ist es unerläßliche Voraussetzung, daß beide Ortsdaten voneinander bewußt unterschieden werden. Bewußte Lokalisation mehrerer Orte ist mithin die erste Voraussetzung für die Wahrnehmung der bewußten Veränderung. Aber nur dann, und das ist die zweite Voraussetzung, wenn dieser Ortswechsel hinreichend schnell vonstatten geht, um die Empfindungsinhalte im elementaren Übergang erscheinen zu lassen, können wir von der sinnlichen Wahrnehmung der Bewegung sprechen.

Es dürfte kaum bezweifelt werden, daß bei anschaulich erlebten Veränderungen in allen Fällen auch anschauliche Inhalte auftreten müssen, die eine Mehrheit unterscheidbarer Inhalte fordern. Es würde nach dem Vorangegangenen unser Satz für die Bewegungswahrnehmung sich also allgemeingültig erweisen,

1) (24) S. 132.

wenn wir den Nachweis zu erbringen vermögen, daß jede Bewegungswahrnehmung auch als Wahrnehmung einer anschaulichen Ortsveränderung bezeichnet werden darf. Um diesen Nachweis zu erbringen, würde es erforderlich sein, alle nur erlebbaren Arten von Bewegungswahrnehmungen aufzusuchen. Bei den so gefundenen Erlebnisgruppen müssen dann überall Ortsveränderungen anschaulicher Inhalte konstatiert werden können. Da es aber bei den meisten Bewegungserlebnissen ohne weiteres einleuchtet, daß die letzterwähnten Bedingungen konstatiert werden müssen, so möge es genügen, jene Phänomene kurz heranzuziehen, bei denen es auf den ersten Blick hin scheinen könnte, daß Bewegung vorläge, ohne daß eine Veränderung anschaulicher Inhalte wahrgenommen wird.

Dieser Fall, so könnte eingewendet werden, ist dann verwirklicht, wenn wir im dunklen Zimmer einen Leuchtpunkt vorüberziehen sehen. Erinnern wir uns aber, daß auch im dunklen Zimmer das Sehfeld niemals optisch leer ist, so können wir auch hier die oben erwähnte Abstandsveränderung für den anschaulichen Bewegungseindruck verantwortlich machen. Berücksichtigen wir ferner, daß beim Erwachsenen im Laufe des individuellen Lebens die einzelnen Netzhautelemente Ortswerte erhalten haben, so bietet uns auch dieser Bewegungseindruck keine besonderen Schwierigkeiten der Deutung. Ein ganz analoger Fall, daß nämlich auf gleichförmigem Hintergrund, dessen seitliche Grenzen nicht wahrgenommen werden, ein objektiv sich darüber hinwegbewegender Gegenstand als anschaulich bewegt wahrgenommen wird, liegt z. B. auch vor, wenn wir die Bewegung eines Flugzeuges oder auch eines fliegenden Vogels anschaulich wahrnehmen. Bezüglich der Bedeutung der Augen- und Kopfbewegungen, die hierbei eine wichtige Rolle spielen können, verweise ich auf die Ausführungen von Lindworsky[1]).

Hatten wir als Bedingung für den anschaulichen Bewegungseindruck gefordert, daß eine Veränderung anschaulicher Inhalte (Vergrößerung und Verkleinerung der Abstände) und damit eine Ortsveränderung wahrgenommen werden muß, so könnte sich die Frage ergeben, wie ist es zu deuten, daß in manchen Fällen, wo die gesamten Voraussetzungen erfüllt sind, doch keine Bewegung der Sehdinge wahrgenommen wird.

Wir sehen z. B. beim Lesen keine Bewegung der Buch-

1) (24) S. 134.

staben, obgleich die genannten Bedingungen erfüllt sind. Allein auch in diesem Falle bestünde der Einwand nur dann zu Recht, wenn sicher nachgewiesen werden kann, daß wir tatsächlich überhaupt keine Bewegungswahrnehmung haben; denn gerade deswegen, weil wir die Bewegung nicht als Empfindung bezeichnen können, stellen sich auch die oben genannten Bedingungen für den Bewegungseindruck nicht als eigentliche Bewegungsreize dar (im Sinne der Empfindungsreize). Das Abhängigkeitsverhältnis zwischen den hier genannten Bedingungen und dem Bewegungseindruck ist also gänzlich verschieden von demjenigen zwischen Reiz und Empfindung. Das sich Verändernde wird empfunden. „Bewegt" aber besagt mehr als eine Empfindung, besagt eine Relation, und die muß bezogen werden, und zwar entweder auf den einen oder auf den andern Terminus. Zu einer Bewegungswahrnehmung kommt es darum immer, wenn sich Raumgrößen verändern, doch hängt es von besonderen Bedingungen ab, ob die Wolken oder der Mond sich bewegen, die Brücke, auf der ich stehe, oder das darunter hinwegfahrende Schiff.

Kehren wir nach dieser Klarstellung zum Leseversuch zurück, so müssen wir auch hier irgendeinen Bewegungseindruck feststellen können. Bleiben Buchstaben und Hintergrund in Ruhe, so wird sich wohl etwas anderes bewegen. Tatsächlich gelingt es bei geringer Selbstbeobachtung, anschauliche Bewegungen zu konstatieren. Was sich bewegt, ist der Blick; schon die Ausdrücke, daß wir über die Buchstaben hinweg „gleiten", „eilen", „hasten", sie „überfliegen" usw., legen für die wirklich wahrgenommene Bewegung Zeugnis ab.

Eine eigenartige Stellung innerhalb der Bewegungseindrücke nehmen die Scheinbewegungen ein. Nur insofern sie vielleicht in einen Zusammenhang mit unserer Fragestellung gebracht werden können, mögen sie hier ihre Stelle finden.

Als erstes erscheint es nicht unzweckmäßig, auf die Stellung einzugehen, welche die Scheinbewegungen innerhalb des Bewegungsphänomens überhaupt einnehmen.

Bewegen wir ein Objekt an unserem Auge vorbei, ohne daß wir ihm mit dem Blick folgen, so sehen wir, sobald eine gewisse Geschwindigkeit erreicht ist, die Bewegung zwar noch mit ziemlicher Lebhaftigkeit. Steigert sich die Geschwindigkeit, so wird das Bewegte immer mehr seine Gestalt einbüßen. Die Grenzen verschwimmen und der Farbeindruck zeigt sich si-

multan an mehreren Orten. Zuletzt sehe ich nur noch ruhende Anfangs- und Endlagen und in der Bewegungszeit ein unbestimmtes Etwas blitzartig hin- und herüberschießen. Sind aber auch die Anfangs- und Endlagen nicht als ruhend gegeben, so wird das Sehobjekt unter Umständen (sofern wir aus der Erfahrung sein Bewegungsbild nicht kennen) überhaupt nicht erkannt.

Fast der gleiche Eindruck, den ein sehr schnell bewegtes Objekt bei ruhender Anfangs- und Endlage gewährt, kann auftreten, wenn objektiv keine Bewegung der Sehdinge stattfindet. Exponiere ich auf einen weißen Schirm kurz nacheinander und im Wechsel zwei mäßig entfernte Vertikallinien (a und b), so sehe ich nur eine Vertikallinie, die sich zwischen Ausgangs- und Endlage hin- und herbewegt oder schließlich nur eine Bewegung zwischen den ruhenden Vertikalen.

Die Scheinbewegung zeichnet sich nach dem Gesagten also dadurch aus, daß trotz fehlender objektiver Bewegung ein subjektiver Bewegungseindruck vorhanden ist. Die Frage aber, wie dieses möglich sei, fällt gleichfalls aus dem Rahmen unseres Problemkreises und kann deswegen in dieser Abhandlung, in der es sich um den Nachweis der sinnlichen Grundlagen handelt, nicht erörtert werden. Die Tatsache der Scheinbewegungen könnte ja hier nur dann interessieren, wenn sie einen Einwand gegen unsere These bedeuten würde. Wir müssen diese Frage verneinen. Denn sind jene Scheinbewegungen im Sinne Wertheimers durch eine „Querfunktion" bedingt, so entstehen die fraglichen Inhalte durch psychophysische Prozesse, die denen der Empfindungen gleichartig sind. Da sie außerdem wesentlich von den peripher ausgelösten Empfindungen abhängen, so fügen sie sich nicht nur unserem Hauptsatz, sondern können vom Standpunkt der Wertheimerschen Theorie aus als Empfindungen oder Quasi-Empfindungen bezeichnet werden. Leitet man aber die Scheinbewegungen aus ergänzenden Vorstellungen ab, so entfällt das Problem dem Rahmen dieser Arbeit.

C. Schlußwort.

Fassen wir das Gesamtresultat dieser Arbeit zusammen, so glaubt der Verfasser berechtigt zu sein, den Satz: „Was immer wir von der Dingwelt wahrnehmen, das erfahren wir nur auf Grund anschaulicher Sinnesinhalte" eben wegen seiner all-

gemeinen Durchführbarkeit nach dem gegenwärtigen Stande der empirischen Psychologie als Ausdruck einer Gesetzmäßigkeit im Aufbau unseres Bewußtseins aufzufassen und ihn dieserhalb als den Satz von der Ausschließlichkeit der Empfindungsgrundlage zu bezeichnen.

Die Wahrung des Gesamtzusammenhanges und der Einheitlichkeit wie auch die Form der bequemeren Ausdrucksweise brachte es leider mit sich, daß für manche durch gemeinsame Überlegung gewonnene Ergebnisse die wertvollen Beiträge meines hochverehrten Lehrers nicht besonders kenntlich gemacht werden konnten.

Der Abschluß dieser Arbeit soll daher nicht erfolgen, ohne daß ich meinem sehr verehrten Führer und Lehrer Herrn Prof. Dr. Lindworsky meinen tiefgefühlten Dank ausspreche für die Übergabe der Arbeit, die Formulierung des Themas, die freundliche und hilfsbereite Beratung und Mitarbeit und das allzeit interessierte Entgegenkommen.

(Eingegangen am 29. Januar 1925.)

(Aus dem Psychologischen Institut der Universität Würzburg.)

Über den Einfluss der Einstellung auf die Wahrnehmung.

Von

Herbert Kleint.

(Mit 5 Figuren im Text.)

Inhalt.

Seite

I. Über Einstellung 337
II. Vorkommen und Bedeutung normaler Illusionen 341
III. Experimentelle Illusionen 355
§ 1. Bisherige Untersuchungen 355
§ 2. Methode der geometrischen Figuren 360
1. Versuchsanordnung 360
2. Ergebnisse 362
§ 3. Bildstreifenmethode 369
1. Versuchsanordnung 369
2. Ergebnisse 370
§ 4. Vergleich beider Methoden 373
§ 5. Die Illusionen in ihrer Abhängigkeit von der Persönlichkeit . 376
IV. Beobachtungen natürlicher Illusionen 381
V. Einstellung und Auffassung 383
§ 1. Methode der mehrdeutigen Figuren 383
1. Versuchsanordnung 384
2. Ergebnisse 385
§ 2. Der Wahrnehmungsvorgang 387
VI. Zusammenfassung 397

I. Über Einstellung.

Der Begriff der Einstellung ist von fundamentaler Bedeutung für die Psychologie. Wie Marbe[1]) hervorhebt, steht

1) K. Marbe, Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie Bd. 94, Heft 2/3 (Festschrift für R. Sommer), 1924, S. 366.

jedoch die Würdigung des Problems gar nicht im rechten Verhältnis zu seiner tatsächlichen Wichtigkeit. Fast in allen Gebieten der Wissenschaft und des Lebens sind die Wirkungen von Einstellungen aufzuzeigen. Erscheinungen der Sitte und Mode, Probleme der allgemeinen, sowie der Psychologie der Persönlichkeit finden ihre Erklärung in der Einstellung. Politische und religiöse Vereinigungen, Turn- und Wandervereine, Studentenverbindungen, Zweckverbände wirken im Sinne bestimmter Einstellungen [1]).

Der Begriff ist verhältnismäßig alt und wurde zuerst 1889 von Müller und Schumann [2]) zur Erklärung von Gewichtstäuschungen herangezogen. In einem anderen Sinne führte 1895 v. Kries [3]) den Begriff der Einstellung in die Psychologie ein. Ein und dasselbe Notenzeichen hat z. B. ganz verschiedene Bedeutungen je nach dem vorgesetzten Schlüssel; so bedeutet eine Note auf der dritten Linie des Notensystems im Baßschlüssel d, im Violinschlüssel h. Es kann natürlich keine Rede davon sein, daß das Schlüsselzeichen dabei andauernd im Bewußtsein gegeben ist. Diese „Modifikation des psychophysischen Mechanismus durch vorangehende Wahrnehmungen" bezeichnet v. Kries als Einstellung [4]).

Nicht alle auf die Persönlichkeit einwirkenden Eindrücke sind nun imstande, eine Einstellung bei ihr zu schaffen, sie müssen vielmehr entweder intensiv, gefühlsbetont oder wiederholt sein. Solche, das Subjekt wirksam beeinflussenden Erfahrungen heißen nach Marbe [5]) kritische Erfahrungen.

Wir verstehen dann unter der Einstellung einer Persönlichkeit in einem bestimmten Zeitpunkt den Inbegriff aller ihrer unmittelbar oder mittelbar vorausgegangenen kritischen Erfahrungen. Gehen diese letzteren unmittelbar voraus und sind sie vorübergehend, so ist die Einstellung eine momentane; er-

---

1) Nach K. Marbe, Die Bedeutung der Einstellung und Suggestion für das Leben. Vortrag in der Würzburger Klinikerschaft. 1924. (Nicht veröffentlicht.)

2) G. E. Müller u. F. Schumann, Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie Bd. 45, 1889, S. 37 ff.

3) J. v. Kries, Zeitschrift für Psychologie Bd. 8, 1895, S. 1 ff.

4) J. v. Kries a. a. O. S. 3 u. 14 unterscheidet noch eine dispositive und konnektive Einstellung; diese Scheidung scheint nicht zweckmäßig und soll hier nicht weiter erörtert werden.

5) K. Marbe a. a. O. S. 359.

strecken sie sich über einen längeren Zeitraum und sind sie dauernd, so ist die Einstellung eine habituelle[1]). So besteht beim Musiker eine habituelle Einstellung auf Musik, beim Schüler eine momentane Einstellung auf römische Geschichte oder auf tropische Tierwelt usw., je nach der Art des Unterrichtsgegenstandes. Die Einstellung bezieht sich im allgemeinen immer auf gewisse Gegenstände oder Gebiete von Gegenständen. Eine solche gegenständliche Einstellung besteht z. B. bei einem Lehrer, der auf ein Unterrichtsgebiet, auf Mathematik oder Englisch, beim Sammler, der auf Briefmarken oder Altertümer eingestellt ist. Sofern nun die kritischen Erfahrungen eine allgemeine Änderung des subjektiven Verhaltens bewirken, kann man auch hier im weiteren Sinne von subjektiven Einstellungen reden. So kann jemand gegenüber anderen Leuten und ihren mündlichen und schriftlichen Äußerungen, sowie gegenüber allen Dingen überhaupt wohlwollend oder mißtrauisch, kritisch oder weniger kritisch usw. eingestellt sein; der Pessimist ist nicht nur bestimmten, sondern allen Ereignissen gegenüber, die an ihn herantreten, pessimistisch eingestellt usw. Wenn nun die Einstellung zu solchen Modifikationen der Persönlichkeit führt, die besonders auffällige oder gar abnorme Wirkungen haben, dann liegt nach Marbe[2]) die suggestive Einstellung vor. Der Begriff der Einstellung erweist sich so aufs engste verknüpft mit dem der Suggestion und der Suggestibilität.

Diese theoretischen Ausführungen erweisen sich als notwendig, da einerseits die Forschung sich dem fraglichen Gebiet erst zuwendet und andererseits der Begriff der Einstellung in der Psychologie in verschiedenen Bedeutungen gebraucht wird[3]). So wird z. B. die Beeinflussung der gegenwärtigen Bewußtseinsvorgänge in den Begriff der Einstellung mit einbezogen oder selbst direkt als Einstellung bezeichnet, wie es Conrad[4]) tut. Diese Beeinflussung der Handlungen und Erlebnisse ist aber erst experimentell und an Hand praktischer Beispiele darzu-

---

1) K. Marbe a. a. O. S. 360. Vergl. auch W. Conrad, Archiv für die gesamte Psychologie Bd. 34, 1915, S. 448.

2) K. Marbe a. a. O. S. 363.

3) Vgl. O. Sterzinger, Fortschritte der Psychologie und ihrer Anwendungen Bd. 5, 1922, S. 50 ff.

4) W. Conrad, Archiv für die gesamte Psychologie Bd. 34, S. 444; vgl. auch M. Wertheimer, Zeitschrift für Psychologie Bd. 61, 1912, S. 194.

legen, wie Marbe[1]) es zuerst versucht hat. Die Einstellung an sich ist ein Zustand und von ihren Wirkungen zu scheiden[2]). Erst vermöge ihrer Wirkungen, d. h. Beeinflussungen des Psychischen erhält sie allerdings ihre Bedeutung. Diese Beeinflussung besteht in einer Beschränkung der Möglichkeit von kommenden Bewußtseinsvorgängen, und zwar so, daß der jeweils von der Einstellung beeinflußte Bewußtseinsvorgang im Sinne jener Zustände und Vorgänge verläuft, die diese Einstellung geschaffen haben. Der Begriff der Einstellung berührt sich hier mit dem der Konstellation und demjenigen der determinierenden Tendenz. Diese ist jedoch der Einstellung nicht einfach gleichzusetzen[3]). Damit eine Einstellung zur determinierenden Tendenz werde, muß ihr noch eine von der Zielvorstellung ausgehende, auf die kommende Bezugsvorstellung gehende Richtung zukommen[4]). Die Frage, ob die Einstellungen etwas rein Unbewußtes, d. h. Physiologisches[5]) sind, oder ob sie noch irgendwie im Bewußtsein vertreten sein können (z. B. als Bewußtseinslagen[6])[7]), sowie die Frage nach der Art der zwischen den Einstellungen und den gegenwärtigen Bewußtseinsvorgängen eingeschalteten zerebralen Mechanismen[8]) bleibe dahingestellt[9]).

---

1) K. Marbe a. a. O. S. 360 ff.

2) So verhält es sich auch bei der technischen Einstellung, von wo die hier in Frage kommende Bedeutung des Wortes Einstellung überhaupt herrührt. Wenn man einen Elektromotor auf eine höhere Geschwindigkeit einstellt, so ist es ganz gleichgültig, ob der Motor tatsächlich eine höhere Umdrehungsgeschwindigkeit erhält. Auch der ruhende Motor kann nämlich durch einen Eingriff (z. B. eine Widerstandsveränderung) schon eine bestimmte Einstellung erfahren.

3) Wie bei K. Koffka, Die Analyse der Vorstellungen und ihre Gesetze, Leipzig 1912, S. 274 u. 336.

4) N. Ach, Über die Willenstätigkeit und das Denken, Göttingen 1905, S. 228.

5) So bei v. Kries a. a. O. S. 29; und M. Levy-Suhl, Zeitschrift für Psychotherapie Bd. 2, 1910, S. 144.

6) Über den Begriff der Bewußtseinslage vgl. K. Marbe, Fortschritte der Psychologie und ihrer Anwendungen, Bd. 3, 1915, S. 6 ff.

7) Diese Auffasung bei W. Betz, Archiv für die gesamte Psychologie Bd. 17, 1910, S. 278.

8) Vgl. R. Magnus, Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, Bd. 130, 1909, S. 250 ff. u. Bd. 134, 1910, S. 545 ff.

9) Über Einstellung vgl. außer den genannten Arbeiten noch G. E. Müller, Zur Analyse der Gedächtnistätigkeit und des Vorstellungsverlaufes, Bd. 3, Leipzig 1913, S. 463 ff., Ebbinghaus-Bühler, Grundzüge der Psychologie, Leipzig 1919, Bd. 1, S. 771 ff.

II. Vorkommen und Bedeutung normaler Illusionen.[1])

Wenn wir nun den Einfluß der Einstellung auf die Wahrnehmung untersuchen wollen, so geschieht dies am besten an Hand solcher Fälle, in denen das subjektive Moment in der Wahrnehmung stark überwiegt, wie es besonders bei der Illusion der Fall ist[2]). Im Zusammenhang mit seiner Lehre von der Einstellung und im Anschluß an zwei forensische Fälle, die wir mit den folgenden Beispielen noch näher erörtern, kam Herr Professor Marbe zu dem Schluß, daß auch für das Zustandekommen von Illusionen die jeweilige Einstellung von Bedeutung sei[3]). Es ist nun Aufgabe der vorliegenden Arbeit, diese Frage näher zu verfolgen und den Anteil der Einstellung an der Umbildung der Wahrnehmung, an der apperzeptiven Ergänzung der Eindrücke, experimentell zu untersuchen. Da es sich hier bei der Untersuchung der normalen Illusion um ein relativ unbebautes Gebiet handelt und die bisherigen einschlägigen Ergebnisse überall verstreut sind, soll dies von einem etwas weiteren Gesichtspunkte aus geschehen, wobei auch gelegentlich noch andere psychologische Bedingungen der Illusion behandelt werden. Wir verstehen hier unter Illusionen Erlebnisse von wahrnehmungsmäßigem Charakter, denen äußere Reize nur unvollkommen entsprechen[4]). Die Illusion an sich unterscheidet sich dabei nicht von der Wahrnehmung, sondern erst wenn auf Grund weiterer Wahrnehmungen des Erlebenden oder anderer Personen eine Inkongruenz zwischen realem Gegenstand und Wahrnehmung festgestellt wird, ist die Illusion als solche zu erkennen.

Ferner besteht kein scharfer Unterschied zwischen der Illusion und der Halluzination. Die Halluzinationen sind wohl solche wahrnehmungsmäßige Erlebnisse, denen überhaupt kein Reiz entspricht, es ist aber praktisch kaum möglich, das Fehlen einer Reizgrundlage sicher nachzuweisen.

---

1) Es seien diese Illusionen so bezeichnet zum Unterschied von den bei Geisteskranken auftretenden und den durch toxische Einwirkungen hervorgerufenen.

2) Vgl. hierzu auch A. Binet, La Psychologie du raisonnement, Paris 1902, 3. Aufl., S. 11.

3) Vorlesungen von Herrn Prof. Marbe im Wintersemester 1924/25.

4) Über Illusionen und Halluzinationen handelt: K. Marbe, Zeitschrift für die Behandlung Schwachsinniger, 42. Jahrg., 1922, S. 18 f.

Es sei zunächst betrachtet, inwieweit überhaupt in den verschiedenen Gebieten des menschlichen Lebens Illusionen (bzw. auch Halluzinationen) vorkommen und ihre Bedeutung an einer Reihe von Beispielen in übersichtlicher Weise dargelegt.

Schon aus der Geschichte, insbesondere der Kulturgeschichte wird von einer großen Zahl von berühmten Persönlichkeiten berichtet, daß sie Illusionen hatten. So soll Drusus beim Elbübergang eine Riesengestalt gesehen haben[1]). Bekannt ist, daß dem Brutus ein böser Geist erschienen sein und mit ihm gesprochen haben soll und daß Konstantin der Große vor dem Kriege mit Maxentius am Himmel ein Kreuz mit Inschrift sah. Dietrich von Bern soll so von der Hinrichtung des Boetius verfolgt gewesen sein, daß er dessen Gesicht eines Tages in dem Kopf eines Fisches auf der Tafel gesehen habe[2]). Ignatius Loyola[3]) Cellini[4]), Lionardo da Vinci[5]), Jakob Böhme[6]), Herbert v. Cherbury[7]), Descartes, Spinoza[8]), Byron[9]) und Scott[10]), sowie viele andere sollen Illusionen und Halluzinationen verschiedenster Art gehabt haben. Zweifellos sind auf Grund solcher Erlebnisse, die oft vor wichtigen Ereignissen stattfanden, weittragende Entscheidungen gefällt worden. Indessen kann man diesen historischen Fällen keine große psychologische Bedeutung beimessen, da ihre Wiedergabe nicht immer eine einwandfreie ist. Auch läßt sich nicht immer unterscheiden, ob Halluzinationen oder Illusionen vorliegen, oder etwa nur scheinbar wahrnehmungsmäßige Erlebnisse. Oft liegt auch wohl diesen

---

1) Cassii Dionis Cocceiani, Historiarum romanarum. Edidit U. Ph. Boissevain, Berolini 1898, Bd. 2, S. 480.

2) Knauer, Die Vision im Lichte der Kulturgeschichte, Leipzig (1899), S. 53 f.

3) E. Gothein, Ignatius von Loyola, Halle 1895, S. 217.

4) Benevenuto Cellini, Selbstbiographie. Übersetzt von Goethe. Goethes sämtl. Werke, Cottasche Ausgabe, Bd. 31 u. 32, Stuttgart u. Berlin, I. Teil, S. 135 ff. u. 178 f.

5) Lionardo da Vinci, Das Buch von der Malerei, übersetzt von H. Ludwig. Quellenschriften zur Kunstgeschichte, Bd. 18, Wien 1882, S. 56.

6) W. L. Wullen, Jakob Boehmes Leben und Lehre, Stuttgart 1836, S. 16 f.

7) Ch. de Rémusat, Lord Herbert de Cherbury. Sa vie et ses oeuvres, Paris 1874, S. 94 f.

8) Spinoza, Briefwechsel. Übersetzt von C. Gebhardt, Leipzig 1914, S. 71.

9) F. Winslow, Anatomy of suicide, London 1840, S. 123 u. 126. Zitiert nach A. Brierre de Boismont, Des hallucinations, 2. Aufl., Paris 1852, S. 67. Hier sind auch weitere Beispiele mit Quellenangaben zu finden.

10) Simon, Le monde des rêves. Paris 1888. 2. édition. S. 250 f.

Trugwahrnehmungen eine Krankheit zugrunde, oder doch ein anormaler Zustand, wie er zum Beispiel durch langes Fasten, Selbstgeißelung, unnatürliche Körperhaltung, Schlafverkürzung, Versenkung in einseitige Gedankenrichtung u. a. bewirkt wird[1]).

Keineswegs sind nun solche Illusionen, wie sie z. B. bei religiösen Begebenheiten[2]) und wie sie auch in Massen auftreten können, auf die Geschichte beschränkt. Erst vor einigen Jahren traten bei Tausenden von Menschen Illusionen auf beim Betrachten eines Christusbildes in Limpias in Spanien. Nachdem zwei zufällige aber eindrucksvolle Ereignisse in der betreffenden Kirche stattgefunden hatten[3]), traten in steigendem Maße die verschiedensten Illusionen bei den Betrachtern des Kruzifixes auf. Manche sahen Schaum auf den Lippen, manche Tränen im Auge, andere wieder sahen Blut an den Schläfen oder den Mund sich bewegen usw.[4]). Während bei den einen die allerverschiedensten Illusionen auftraten, sahen andere wieder zu gleicher Zeit nichts[5]), und viele konnten trotz Benutzung von Ferngläsern und trotz gespannter Aufmerksamkeit nichts Derartiges sehen[6]). Es ist auch zu bemerken, daß viele nach dem Erleben des Wunders bewußtlos wurden oder sich im Halbschlaf befanden[7]), daß viele Zeugnisse von Kindern angeführt werden[8]), und daß sich unter denen, die Illusionen hatten, auffallend viel Glaubenslose befanden[9]). Daß es sich hier um Illusionen handelt, wird in gewissem Umfang auch von denjenigen zugegeben, die auf der Seite der Erscheinungen stehen[10]). — Über eine andere Massenillusion berichtet Lazarus[11]). Die

1) Knauer a. a. O. S. 16.

2) Eine kurze Geschichte der religiösen Visionen bei D. Arnold Meyer, Die Auferstehung Christi, Tübingen 1905, S. 217 ff. Über eine weitere noch heute auftretende Erscheinung vgl. L. Cavène, Le miracle permanent d'Andria, Paris 1912.

3) Freih. v. Kleist, Auffallende Erscheinungen an dem Christusbilde von Limpias, 5. Aufl., Kirnach-Villingen 1922, S. 9.

4) Derselbe a. a. O. S. 14.

5) Derselbe a. a. O. S. 16.

6) Derselbe a. a. O. S. 24 u. 51.

7) Derselbe a. a. O. S. 22, 25, 79, 95, 112.

8) Derselbe a. a. O. S. 115.

9) Derselbe a. a. O. S. 153.

10) Derselbe a. a. O. S. 153.

11) Lazarus, Zeitschrift für Völkerpsychologie und allgemeine Sprachwissenschaft, 1867, zit. nach R. Hennig, Der moderne Spuk- u. Geisterglaube, Hamburg 1906, S. 44.

ganze Bemannung eines Schiffs sah in diesem Fall die Erscheinung eines Koches, der einige Tage vorher gestorben war. Alle sahen, wie er hinkend auf dem Wasser umherging, jedoch erwies sich der Koch als Stück eines Wracks, das in den Wellen schaukelte. Eine große Fülle anschaulicher Beispiele von Illusionen ließe sich aus der schönen Literatur anführen. Es sei hier nur erinnert an das in fast allen einschlägigen Arbeiten zitierte Gedicht von Schiller „Die Erwartung" und an Goethes „Erlkönig". Daudets Tartarin de Tarascon sei noch erwähnt und Cervantes' Don Quichote, der z. B. Windmühlen für Riesen, ein Barbierbecken für den Helm Membrins, Wirtshäuser für Burgen, zwei Hammelherden als zwei kampfbereit sich gegenüberstehende Heerhaufen ansieht usw.[1]).

Daß es sich auch bei den Erscheinungen des Okkultismus und Spiritismus zum großen Teil um Sinnestäuschungen handelt, ist schon oft vermutet worden[2]). Sommer[3]) konnte mittels einer aus Papier, Schleier und Schwefelkalzium zusammengesetzten Leuchtmaske den Eindruck des Geisterhaften erzeugen. Dabei zeigten die Auffassungen der Vpn. in bezug auf die subjektive Ergänzung der Eindrücke sehr große individuelle Differenzen. Vielleicht ist an dieser Stelle auch das „geistige Schauen" der Anthroposophie Steiners zu nennen, das in den verschiedenen Stufen der sogen. Geheimschulung auftritt[4]). So treten gesetzmäßig und übereinstimmend bei den verschiedenen Geheimschülern in der ersten Stufe Wahrnehmungen „geistiger Linien und Figuren" auf; in der zweiten Stufe wird die „Aura" sichtbar, worunter allerhand den Menschen umgebende Farbenwirkungen zu verstehen sind. Es kann nach den neueren wissenschaftlichen Untersuchungen über den Okkultismus und Spiritismus kein Zweifel mehr darüber bestehen, daß sich die betreffenden Erscheinungen auf absichtlichen oder unabsichtlichen Betrug, auf Sinnestäuschungen und auf andere bekannte psycho-

1) Knauer a. a. O. S. 148.

2) Sully, Die Illusionen, Leipzig 1884, S. 100 f.; C. E. Seashore, Studies from the Yale psychological laboratory Bd. III, 1895, S. 65; R. Hennig, Der moderne Spuk- u. Geisterglaube, Hamburg 1906, S. 251 ff.; K. Marbe, Grundzüge der forensischen Psychologie, München 1913, S. 33; H. Münsterberg, Grundzüge der Psychotechnik, Leipzig 1914, S. 687.

3) R. Sommer, Deutsche medizinische Wochenschrift Bd. 50, 1924, S. 1323 f.

4) A. Messer, Die Philosophie der Gegenwart, 5. Aufl., Leipzig 1924, S. 126 f.

logische Tatsachen zurückführen lassen[1]). Gelegentlich sagt man sogar, ein großer Teil der Medien seien Leute, die nicht genug Begabung zu Taschenspielern hätten[2]). Diese Behauptung erscheint ganz gerechtfertigt nach den Ausführungen Albers[3]), eines wissenschaftlich gebildeten, berufsmäßigen Zauberkünstlers. So sagt er, in der spiritistischen Sitzung sei alles wie geschaffen zum Hervorrufen von Illusionen[4]), der Spiritismus brauche für seine Levitationen Dunkelheit, während der Zauberkünstler im Gegensatz dazu viel bedeutendere Levitationen im vollen Licht ausführte[5]).

Bei den eigentlichen Zauberkunststücken handelt es sich nun nicht, wie man wohl vermuten würde, um Illusionen. Vielmehr sind die von Zauberkünstlern und Taschenspielern hervorgebrachten Erscheinungen auf Grund der Gleichförmigkeit des psychischen Geschehens, der Einstellung[6]) und anderer psychologischer Tatsachen erzeugte Täuschungen von Urteilen über Kausalverhältnisse[7]).

Als Beispiel von Illusionen unter geheimnisvollen Umständen nennen wir noch die Kristallvision[8]). Diese Illusionen von mehr halluzinatorischem Charakter treten auf, wenn man längere Zeit auf ein Brennglas, einen Kristall oder ähnliches starrt. Bei vielen Versuchspersonen treten dann in dem betrachteten Gegenstand alle möglichen Formen auf, und auf Grund solcher Er-

---

1) Vgl. M. Dessoir, Vom Jenseits der Seele, 5. Aufl., Stuttgart 1920; K. Marbe, Zur Psychologie der Wünschelrute, Umschau Bd. 26, 1922, S. 565 ff.; K. Marbe, Über Gedankenlesen und Hellsehen, Umschau Bd. 27, 1923, S. 17 ff.; Graf C. v. Klinkowstroem, Entlarvte Medien, Umschau Bd. 26, 1922, S. 733 ff., Bd. 27, 1923, S. 129 ff., Bd. 28, 1924, S. 377 ff.; K. Marbe, Über Okkultismus, Zeitschrift für Psychologie Bd. 92, 1923, S. 337 ff.; K. Marbe, Die okkultistische Bewegung der Gegenwart, Preußische Jahrbücher 1924 Bd. 197 S. 47 ff.; H. Henning, Zeitschrift für Psychologie Bd. 94, 1924, S. 278 ff. u. 287 ff.; R. Sommer a. a. O. S. 1323 f.; K. Marbe, Kosmos Heft 12, 1924, S. 344 ff. — Es erscheint ganz unverständlich, wenn neuerdings von psychiatrischer Seite die Verwendung von Medien in der Rechtspflege befürwortet wird, wie bei H. W. Gruhle, Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie Bd. 82, 1923, S. 91.

2) R. Hennig a. a. O. S. 70.

3) Alber, De l'illusion. Paris 1909.

4) Alber a. a. O. S. 61.

5) Alber a. a. O. S. 62; vgl. auch S. 114 ff.

6) Vgl. die geschilderten Tatsachen bei Alber a. a. O. S. 102 f. u. S. 63.

7) Alber a. a. O. S. 75.

8) Vgl. E. Parish, Über die Trugwahrnehmung, Leipzig 1894, S. 50 ff.

scheinungen sind schon wichtige Entscheidungen getroffen worden, besonders im Altertum, wo die Sache eine bedeutende Rolle spielte.

Die Illusionen sind überhaupt auch deswegen wichtig, weil sie oft Anlaß zu wichtigen Handlungen sind oder doch auf sie einen Einfluß ausüben. Es sei hier nur folgendes Beispiel aus dem täglichen Leben erwähnt[1]). Ein Europäer, der sich schon 8 Jahre in Singapore befand und sich im Kulihandel an die Gesichter der Kulis gewöhnt hatte, mußte einmal für vierundneunzig Kulis Photographien unterschreiben. Nach etwa fünfzig Nummern fiel ihm ein ganz unähnliches Gesicht auf, und er bemerkte nun, daß er die Photographien in umgekehrter Reihenfolge abgenommen hatte. Die Illusionen des täglichen Lebens sind sicherlich weitaus häufiger, als man annimmt, denn einerseits kommt es sehr oft vor, daß die Illusion nicht als solche erkannt wird, da es kein immanentes Merkmal der Illusionen gibt, und andererseits werden gewiß die meisten Fälle übergangen, so daß Veröffentlichungen von solchen Fällen nicht zahlreich zu finden sind.

Auch für die forensische Psychologie ist die Illusion von großer Wichtigkeit. So berichtet Marbe[2]) von einem Fall, der ihm zum Zwecke eines Gutachtens unterbreitet wurde.

Ein Jäger war veranlaßt worden, abends an einem Acker zu sitzen, in welchen aus dem benachbarten Wald Wildschweine austreten würden. Bald hörte er Geräusche wie von laufenden Schweinen und sah an der Stelle, die ihm vorher genau bezeichnet worden war, Gestalten, die er für Wildschweine ansah. Nachdem er längere Zeit gewartet hatte und die „Wildschweine" nicht näher kamen, schoß er auf sie. Es stellte sich dann heraus, daß die vermeintlichen Wildschweine zwei ährenlesende Mädchen waren, von denen der Jäger eines verletzt und das andere erschossen hatte.

Noch ein ganz ähnlicher Fall wird von Marbe angegeben, in dem ebenfalls ein Jäger in einem hinter einem Busche sich befindlichen Mann ein Wildschwein erblickt und auf ihn geschossen hatte[3]). Einen weiten Umfang forensisch wichtiger

1) J. Hundshausen, Umschau Bd. 9, 1905, S. 90.

2) K. Marbe, Industrielle Psychotechnik, 1. Jahrgang, Heft 5/6, 1924, S. 169 f.

3) Vorlesungen von Herrn Prof. Marbe im Wintersemester 1924/25.

Fälle von Illusionen nehmen die Personenverkennungen ein[1]). Von Urstein[2]) wird z. B. folgender Fall mitgeteilt. Das Gericht verhandelte gegen einen gewissen Z. wegen Diebstahls. Fünf Zeugen gaben an, Z. als die Person zu erkennen, die aus dem betreffenden Hause mit Sachen beladen herausging. Am Schluß der Verhandlung erklärt Z., er sei gar nicht der Z., sondern der N.; er sei mit dem richtigen Z. zusammen aus dem Gefängnis hergebracht worden, damit man ihm die Motive seines vor zwei Wochen gefällten Urteils vorlese. Da N. in einem früheren Prozeß auf Grund falscher Aussagen verurteilt worden zu sein glaubte, wollte er dafür ein entsprechendes Experiment geben. Er vertauschte mit Z. die Rollen, was durch sofortige Nachprüfung bestätigt wurde. Auch glaubten drei Beamte, die dem N. die Motive vorzulesen hatten, in Z. den N. zu erblicken. Zwischen N. und Z. bestand gar keine Ähnlichkeit.

In einem anderen Falle[3]) verklagte ein Fabrikarbeiter A einen anderen B wegen Beleidigung. B sei während seiner Abwesenheit in seine Wohnung gekommen und habe nach einer Zange gefragt, die man in der Fabrik vermißte. B habe ihn also als Dieb hingestellt. Die Mutter und Schwester des A bestätigten den Besuch von B. Nun tritt ein dritter Arbeiter C auf und sagt, er habe im Auftrag des Werkmeisters die Nachfrage unternommen. Der Werkmeister bestätigte dieses und auch, daß B damals die Fabrik nicht verließ.

Hellwig[4]) berichtet folgenden Fall. Ein Straßenbahnführer A hatte eines Abends einen ehelichen Zwist, in dessen Verlauf die Frau erregt weglief. Bald wurde Lärm hörbar, A tritt aus dem Haus und hört, eine Frau sei in den in der Nähe fließenden Fluß gesprungen. Die Frau wurde ans Land gezogen, und A erkannte mit Bestimmtheit in ihr seine Frau. Als er sich jedoch später in das Schlafzimmer begibt, findet er dort seine Frau schlafend. Während drei Stunden war A und ebenso seine drei Geschwister in diesem Irrtum befangen, trotz der hellen Lampenbeleuchtung und trotzdem keine Ähnlichkeit zwischen

1) Auch bei den pathologischen Fällen machen die Personenverkennnungen einen großen Teil der optischen Illusionen aus. Vgl. z. B. G. Störring, Vorlesungen über Psychopathologie, Leipzig 1900, S. 93 ff.

2) M. Urstein, Zeitschrift für Psychologie Bd. 43, 1906, S. 423 f.

3) Sommer, Monatsschrift für Kriminalpsychologie und Strafrechtsreform Bd. 4, 1907/08, S. 181 f.

4) M. Hellwig, Archiv für Kriminalanthropologie und Kriminalistik Bd. 27, 1907, S. 352 ff.

den zwei Frauen bestand. Ähnlich ist ein von Näcke[1]) mitgeteilter Fall, in welchem eine Frau eine aus dem Wasser gezogene männliche Leiche als die ihres Mannes erkannte. Jedoch stellte sich tatsächlich der Mann später wieder lebend ein. Auf einen ganz entsprechenden Fall, den Reiß[2]) angibt, sei nur hingewiesen. Von solchen und verwandten Beispielen könnten noch eine ganze Reihe angeführt werden. Man findet weitere forensisch wichtige Beispiele von Illusionen bei Hellwig[3]) und Näcke[4]) und insbesondere bei Dauber[5]). Es wäre weiterhin noch zu untersuchen, ob nicht viele Fälle von gehörten Beleidigungen tatsächlich Fälle von Verhören sind. Der Leichtigkeit nach zu schließen, mit der nach Gutzmann[6]) das Verhören von sinnlosen und sinnvollen Worten auftritt, dürfte dies sehr wahrscheinlich sein. Gutzmann hält selbst seine Ergebnisse für wichtig für Aussagen vor Gericht[7]) und weist auf die Möglichkeit hin, aus dem Verhören gewisse Gedankenrichtungen aufzudecken[8]). Dieser Anregung müssen wir beistimmen, denn nachdem die Illusionen von der Einstellung, also von den vorhergehenden Erlebnissen der Vpn. abhängig sind, wie unsere Untersuchungen zeigen werden, muß es auch grundsätzlich möglich sein, von der Verkennung rückwärts auf die Einstellung zu schließen. Es zeigt sich also hier die Möglichkeit zur Entwicklung neuer Methoden der Tatbestandsdiagnostik.

Daß die Illusionen auch pädagogisch wichtig sind, sei an einem Beispiel dargelegt. Schnabel[9]) berichtet Erscheinungen bei Kindern, die zwar keine typischen Illusionen aber doch eigenartige Veränderungen der optischen Wahrnehmung auf Grund einer Einstellung sind. „Die Kinder beobachteten, daß

---

1) P. Näcke, Archiv für Kriminalanthropologie und Kriminalistik Bd. 50, 1912, S. 173

2) R. A. Reiß, Archiv für Kriminalanthropologie und Kriminalistik Bd. 28, 1907, S. 381 f.

3) A. Hellwig, Archiv für Kriminalanthropologie und Kriminalistik Bd. 27, 1907, S. 357 ff., u. Bd. 50, 1912, S. 14 ff.

4) P. Näcke, Archiv für Kriminalanthropologie Bd. 50, 1912, S. 173.

5) J. Dauber, Fortschritte der Psychologie und ihrer Anwendungen Bd. 1, 1913, S. 103 ff.

6) H. Gutzmann, Zeitschrift für angewandte Psychologie Bd. 1, 1908, S. 483 ff.

7) H. Gutzmann a. a. O. S. 500.

8) H. Gutzmann a. a. O. S. 499.

9) Schnabel, Prager Medizinische Wochenschrift Bd. 18, 1893, S. 106 f.

nach und nach ein großer Teil ihrer Schulgenossen kurzsichtig wird und schließlich durch Brillen von den Störungen der Kurzsichtigkeit befreit wird. Es bildet sich in ihnen die Meinung, daß die Kurzsichtigkeit eine notwendige Eigentümlichkeit der Schüleraugen sei, und die Erwartung, daß auch sie bald kurzsichtig sein und eine Brille bekommen werden[1])" Sie gebärden sich dann wie Kurzsichtige und ihre Augen werden durch Gläser wieder korrigiert. Wichtig ist aber, daß diese scheinbare Korrektion der Kurzsichtigkeit auch mit einfachen Plangläsern möglich ist.

Auch für die Tierpsychologie dürfte die Illusion von Bedeutung sein. So kann die Verkennung der Fischköder oft einen erstaunlichen Grad annehmen, und die Erscheinungen der Mimikry zeigen, daß gewisse Tiere als Blätter, Pflanzenstiele usw. erkannt werden und so der Beobachtung entgehen können. Ferner hat Volkelt[2]) Beobachtungen angestellt über das Verhalten einer Spinne gegenüber Fliegen, die durch ähnliche Beobachtungen anderer Autoren bestätigt werden. Er kommt zu der Ansicht, daß der Fliege im Bewußtsein der Spinne bei verschiedenen bestimmten Situationen auch verschiedene Gebilde entsprechen[3]). Die Illusionen sind noch in anderem Sinne tierpsychologisch von Interesse. Und zwar meinen wir hier die Äußerungen der „sprechenden Hunde", die schon in relativ großer Zahl aufgetreten sind. Pfungst[4]) hat nun gezeigt, daß bei diesen Hunden von wortähnlichen Lauten keine Rede sein kann. Die von ihnen geäußerten Laute werden lediglich von den Beobachtern als Worte gehört, und zwar wieder in ganz verschiedener Weise, was ja überhaupt für die Erscheinungen der Illusion charakteristisch ist. Pfungst kommt zu dem Schluß, daß hier nicht der Hund, der oft ungeheure Honorare für seine Leistungen bezieht, das Problem ist, sondern der Mensch als Opfer der Illusion[5]).

Auch für die menschliche Psychologie, sowie für die Wissenschaft überhaupt, insbesondere die Naturwissenschaft sind die

---

1) Schnabel a. a. O. S. 106.

2) H. Volkelt, Über die Vorstellungen der Tiere. Arbeiten zur Entwicklungspsychologie, Heft 2, 1914.

3) H. Volkelt a. a. O. S. 56.

4) O. Pfungst, Bericht über den fünften Kongreß für experimentelle Psychologie, Leipzig 1912, S. 241 ff.

5) O. Pfungst a. a. O. S. 245.

Illusionen von Bedeutung. Zur Veranschaulichung seien eine Reihe von Illusionen, die sich im Betriebe der Wissenschaft ereigneten, näher angeführt. Wir bringen zunächst einige Fälle, die sich gelegentlich bei psychologischen Versuchen ergaben, während die Untersuchungen, in denen mit Absicht Illusionen erzeugt werden, im nächsten Abschnitt zusammenfassend behandelt werden sollen. In Versuchen von Messer[1]) kam es vor, daß bei kurzer Exposition ein rostiges Blechstückchen als malaiische Schriftnote gesehen wurde. Bei der Einstellung auf Zahlenreihen werden nach Untersuchungen Hennings[2]) irgendwelche, in exponierten Zahlenreihen eingefügte Zeichen zuweilen als Zahlen gelesen. So wurde u. a.:

Exponiert:	Gelesen:
3097 E 8	309758
4630 ü 9	463079
3640 % 5	364075
9046 P 3	904643
8462 S 7	846237

Liegt auf dem Boden ein weißes Papier und auf diesem ein unregelmäßiges schwarzes, so stellt sich nach Rubin[3]) leicht die Auffassung des schwarzen Papieres als eines Loches ein. Mehrmals war nun durch das vermeintliche Loch hindurch das Muster des Teppichs, auf dem das Papier lag, zu sehen. Eigenartige Illusionen bei Versuchen über das Lesen im indirekten Sehen kamen bei einer Vp. Kortes[4]) vor. In einer Sitzung wurde oft derselbe Buchstabe zweimal hintereinander exponiert, wodurch die Vp. auf zweimalige Darbietung desselben Buchstaben eingestellt war. Wurden nun einige Buchstaben nur je einmal dargeboten, so kam es vor, daß ein Buchstabe zweimal gesehen wurde. Die Buchstaben wurden aus der Gegend des peripheren Sehens langsam in die des deutlichen Sehens gebracht. Die Aussagen der Vp. waren folgende (es wurde immer die erste und letzte Aussage notiert):

Reiz:	Aussage:
b	b — b
J	b — J

1) A. Messer, Empfinden und Denken, Leipzig 1908, S. 29.
2) H. Henning, Zeitschrift für Psychologie Bd. 78, 1917, S. 229.
3) E. Rubin, Visuell wahrgenommene Figuren, Berlin 1921, S. 37.
4) W. Korte, Zeitschrift für Psychologie Bd. 93, 1923, S. 76.

Reiz:	Aussage:
q	J — q
U	q — U
q	U — q
B	U oder q — B

Korte exponierte ferner anstatt Buchstaben gelegentlich kleine schwarze Quadrate, die dann als Buchstaben bzw. Worte gelesen wurden[1]).

Illusionen treten auf bei naturwissenschaftlichen Beobachtungen aller Art. So berichtet Mach[2]): „Sehr oft glaubte ich beim Aufsuchen von Interferenzstreifen die ersten matten Spuren derselben im Gesichtsfeld deutlich wahrzunehmen, während mich die Fortführung des Versuches überzeugte, daß ich mich gewiß getäuscht hatte. Einen Wasserstrahl, dessen Hervortreten aus einem Kautschukschlauch ich erwartete, glaubte ich im halbdunklen Raum wiederholt deutlich zu sehen, und erkannte den Irrtum erst durch Tasten mit dem Finger." Ähnlich sind Fälle, die sich nach Kroh[3]) in der älteren Literatur finden, wo Ärzte berichteten, daß sie oft schon Blut spritzen sahen vor dem Aderlaß. Die Möglichkeit, daß es sich in diesen Beispielen um subjektive Anschauungsbilder handelt, ist nicht von der Hand zu weisen, und es zeigt sich auch hier, daß eine Trennung von Illusion und subjektivem Anschauungsbild bzw. Halluzination nicht immer gut möglich ist[4]). Immerhin lassen sich alle hier behandelten Fälle als Fälschungen oder Umbildungen von Wahrnehmungen auf Grund einer gewissen Einstellung zurückführen.

Als weiteres Beispiel sei die Odlehre Reichenbachs genannt. Diese Lehre, nach welcher sowohl von anorganischen Körpern, besonders Magneten und Kristallen, als auch vom menschlichen Körper gewisse Strahlen, die Odstrahlen, ausgehen, ist von Reichenbach in einem Werke von zwei dicken Bänden zu je etwa 800 Seiten[5]) niedergelegt und mit allen nur denkbaren

---

1) W. Korte a. a. O. S. 78.

2) E. Mach, Die Analyse der Empfindungen, 4. Aufl., Jena 1903, S. 158 f.

3) O. Kroh, Subjektive Anschauungsbilder bei Jugendlichen, Göttingen 1922, S. 84.

4) Nach Wundt besteht außerdem die Möglichkeit, daß es sich in solchen Fällen um Zeitverschiebungen handelt. (W. Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie. 6te Auflage, Bd. 3, Leipzig 1911, S. 55, Anmerkung.)

5) K. Freiherr v. Reichenbach, Der sensitive Mensch und sein Verhalten zum Ode. Zwei Bände. Stuttgart u. Tübingen 1854—55.

Gebieten der Wissenschaft und des Lebens in Beziehung gebracht worden. Diese Odstrahlen können sowohl mittels des Gesichtssinnes als auch des Geruchs- und Tastsinnes wahrgenommen werden. Die auftretenden Erscheinungen des Odlichtes an einem Menschen lassen dabei diesen oft ganz verändert, manchmal grotesk erscheinen, worauf Reichenbach wieder den Glauben an die Gespenster zurückführt[1]). Auch die bekannte Tatsache, daß häufig Menschen aus dichtem Volksgedränge ohnmächtig weggetragen werden, ist nach Reichenbach auf die odischen Emanationen der vielen Menschen zurückzuführen[2]) usw. Im übrigen dürfte diese Lehre noch von einer Reihe psychologischer Gesichtspunkte aus von Interesse sein[3]).

Eine ähnliche Bewandtnis wie mit den Wahrnehmungen des Odlichtes hat es mit den sogen. N-Strahlen[4]). Der Physiker Blondlot in Nancy glaubte im Jahre 1903 eine neue Art von Strahlen ähnlich den Röntgenstrahlen entdeckt zu haben. Die Strahlen sollten so sichtbar sein, daß man einige Spuren von Schwefelkalzium auf einen schwarzen Schirm klebte und sie durch schwache Beleuchtung phosphoreszieren ließ. Beim Heranbringen einer N-Strahlenquelle sollte sich dann das Leuchten verstärken und bei der Wegnahme abnehmen. Bald nach Blondlots „Entdeckung", für die man ihm den „prix Lecomte" in Höhe von 50000 Franken zuerkannte, gelangte man dazu, die Wellenlängen zu messen, und Charpentier, Professor der medizinischen Physik in Nancy, machte die Entdeckung, daß die N-Strahlen eine Emanation des menschlichen Körpers seien. Charpentier sah ein Aufleuchten des Schirmes an einem Punkte, der der Brocaschen Windung entsprach, wenn seine Vp. redete, ein Aufleuchten des dem Bewegungszentrum entsprechenden Punktes, wenn die Vp. den Arm bewegte. So verfolgte Charpentier die nervösen Bahnen, wobei er wohl die schon bekannten, aber kein einziges neues Zentrum fand[5]). Eine experimentelle

1) K. Freiherr v. Reichenbach a. a. O. Bd. 2, S. 51 ff.

2) K. Freiherr v. Reichenbach a. a. O. Bd. 1, S. 75 ff.

3) Zur Odlehre vgl. auch G. Th. Fechner, Erinnerungen an die letzten Tage der Odlehre und ihres Urhebers. Leipzig 1876. — P. J. Thiel, Od, Heil-Od, Heilodung. Leipzig 1924.

4) Vgl. O. Sackur, Beiträge zur Psychologie der Aussage Bd. 2, 1905, S. 277 ff., und H. Piéron, Année psychologique Bd. 13, 1907, S. 143 ff. mit Spezialbibliographie von 176 Nummern.

5) H. Piéron a. a. O. S. 147.

Untersuchung[1]) und eine Umfrage[2]) bei den französischen Physikern durch Piéron ergaben, daß die N-Strahlen nicht existierten. Obwohl es sich hier nur um ganz einfache Sinnestäuschungen handelt, zeigen sie doch, neben anderen Faktoren[3]), besonders schön den Einfluß der Einstellung. Einerseits stand man damals noch ganz unter dem Eindruck der neuen, aufsehenerregenden Entdeckung Röntgens, und andererseits blieb die Wahrnehmung der N-Strahlen nur auf einen Kreis von Gelehrten beschränkt, die in Nancy waren, während sie auswärtigen Beobachtern versagt blieb[4]).

Schließlich sind auch noch Fälle aus der Astronomie[5]) zu erwähnen. So glaubte der als guter Beobachter bekannte Astronom Otto Struve seit 1873 einen theoretisch vermuteten Begleiter des Procyon wiederholt an bestimmter Stelle zu beobachten, und die Messungen wurden von einem Mitbeobachter auch gelegentlich bestätigt. Ein anderes Mal allerdings ergaben sich Differenzen, auch solche zwischen seinen eigenen Beobachtungen. Die Washingtoner Astronomen konnten die Beobachtungen überhaupt nicht verifizieren[6]). Auch die bekannte Streitfrage der Marskanäle gehört hierher. Obwohl nach photographischen Aufnahmen gewisse reale Unterlagen der Beobachtungen vorhanden sind, beruht doch das System der 398 Kanäle, wie es beschrieben wurde, zum Teil auf Sinnestäuschungen. Zur Klärung dieser Frage unternahm der Astronom Newcomb[7]) psychologische Versuche über die Sichtbarkeit und Deutung schwacher dunkler Linien auf hellem Grunde. Eine kurze Linie schien verlängert, ein unbeschriebenes Papier schien ein System kontinuierlicher Linien zu enthalten, ähnlich dem früher an anderen Papieren beobachteten. So stark war dieser Eindruck, daß Newcomb, hätte er die Versuchsumstände nicht gekannt, die Linien unbedenklich als objektiv vorhanden beschrieben hätte. Ein geringfügiger äußerer Anlaß lag jedoch auch hier in minimalen un-

1) H. Piéron a. a. O. S. 145.

2) H. Piéron a. a. O. S. 152.

3) Vgl. K. Marbe, Fortschritte der Psychologie und ihrer Anwendungen Bd. 1, 1913, S. 11.

4) H. Piéron a. a. O. S. 147 f.

5) Wir folgen hier ganz der Darstellung von C. Stumpf, Abhandlungen der preußischen Akademie der Wissenschaften, Jahrg. 1918, S. 74 f.

6) O. Struve, Bulletins de l'Académie Impériale de St. Petersbourg Bd. 5 S. 337 ff.

7) Newcomb, Astrophysical Journal Bd. 26, 1907, S. 1 ff.

regelmäßigen Verschiedenheiten der Struktur des Papiers, das auf eine Fensterscheibe geklebt war. Als Cerulli[1]) mit dem Opernglas auf dem Mars Linien beobachtete, die ihn lebhaft an die Marskanäle erinnerten, sah er sie ebenso auf dem Monde, wo sie sicher Truglinien sind. Auch er gibt eine psychologische Erklärung.

Ähnlich sind Erscheinungen, die Yung[2]) beim Mikroskopieren beobachtete. Yung erhielt im Laufe der Zeit von den Studierenden, die er unterrichtete, eine ganze Anzahl von Zeichnungen von Präparaten, die gar kein Objekt enthielten. Da Yung vorher immer ausführlich die Struktur erklärte und die Studierenden immer echte Präparate vor sich zu haben glaubten, waren sie ganz auf das Vorhandensein von mikroskopischen Bildern eingestellt. Die betreffenden Zeichnungen ließen übrigens unter sich große Verschiedenheiten zutage treten[3]).

Alle diese Erfahrungen auf dem Gebiete naturwissenschaftlicher Beobachtung lassen es als notwendig erscheinen, auch bei den Untersuchungen der Psychophysik die Wirkung der Einstellung zu beachten, worauf denn auch schon hingewiesen worden ist[4]).

Zum Schluß möge noch ein Hinweis auf die Bedeutung der Lehre von der Illusion und Wahrnehmung für die Philosophie folgen. Nachdem schon Sully[5]) auf die Beziehungen der Illusion zur Philosophie hingewiesen hatte, suchte Külpe[6]) aus seinen Versuchen über die Objektivierung und Subjektivierung von Sinneseindrücken weitgehende Schlüsse in bezug auf die Erkenntnistheorie zu ziehen. Als Ergebnis eingehender experimenteller Untersuchungen findet Rubin[7]): Die visuelle Form ist nicht ein notwendiges Moment an dem Ding, woraus folgt, „daß die visuelle Form nicht von der Natur der Dinge aus allein erklärt werden kann; sie ist in hohem Grade von Eigentümlichkeiten unseres Seelenlebens bedingt". Zu einem ähnlichen Resultat kommt schon Wilbrand[8]) auf Grund pathologischer Er-

1) Cerulli, Astronomische Nachrichten Bd. 146 S. 155.

2) E. Yung, Archives de psychologie Bd. 8, 1909, S. 263 ff.

3) E. Yung a. a. O. S. 268.

4) C. E. Seashore, Studies from the Yale psychological Laboratory Bd. 3, 1895, S. 63.

5) J. Sully, Die Illusionen, Leipzig 1884, S. 327.

6) O. Külpe, Philosophische Studien Bd. 19, 1902, S. 553 ff.

7) E. Rubin, Visuell wahrgenommene Figuren, Berlin 1921, S. 94.

8) H. Wilbrand, Die Seelenblindheit als Herderscheinung, Wiesbaden 1887, S. 72 f.

fahrungen, und ähnliche Schlüsse legen auch die im folgenden Abschnitt behandelten Untersuchungen anderer und unsere eigenen Versuche nahe. Es läßt sich also nach dem Gesagten vermuten, daß die Analyse der Illusion und der Wahrnehmung überhaupt für die Philosophie noch von Bedeutung werden kann.

Wir haben nun gesehen, daß sich auf den verschiedensten Gebieten der Wissenschaft und des Lebens Illusionen nachweisen lassen und daß sich überall, sofern nur die näheren Umstände angegeben sind, ihre Abhängigkeit von der Einstellung erkennen läßt. Damit soll keineswegs die Mitwirkung noch anderer Faktoren, insbesondere der Affekte, beim Zustandekommen der beschriebenen Erscheinungen geleugnet werden[1]).

III. Experimentelle Illusionen.

§ 1.

Bisherige Untersuchungen.

Es sollen zunächst die bisher zur Erzeugung normaler Illusionen angewandten experimentellen Methoden kurz skizziert werden. Sie lassen sich im großen und ganzen als psychophysische und tachistoskopische bezeichnen. Münsterberg[2]) stellte sich zum erstenmal die Aufgabe, „planmäßig analysierbare und kontrollierbare Illusionen herbeizuführen", wozu ihm das irrtümliche Lesen am geeignetsten erschien. Mittels eines photographischen Momentverschlusses exponierte er gedruckte Worte bei einer Expositionszeit von 0,02 Sekunden. Vor jeder Exposition wurde der Vp. ein Wort zugerufen, das fünfzehn- bis sechszehnmal in assoziativer Beziehung mit dem exponierten stand, vier- bis fünfmal ein solches, welches nur bei naheliegender Verlesung eine solche Beziehung hatte. Meistens war der Vexierversuch vergeblich. Aber in zwanzig bis fünfundzwanzig solcher Vexierversuche (bei hundert Versuchen) gelang es acht- bis zehnmal, eine Illusion hervorzurufen. So wurden z. B.:

---

1) Beispiele von Illusionen bei den verschiedenen Natur- und Kulturvölkern noch bei O. Stoll, Suggestion und Hypnotismus in der Völkerpsychologie, 2. Aufl., Leipzig 1904, u. a. S. 30, 83, 85, 150, 158, 269.

2) H. Münsterberg, Beiträge zur experimentellen Psychologie IV, 1892, S. 18 ff.

Gerufen:	Gelesen:
Verzweiflung	Trost (statt Triest)
Schwester	Bruder (statt Baader)
Brocken	Harz (statt Herz)
Universität	Vorlesung (statt Verlesung)
Explosion	Dynamit (statt Damit)

Ähnliche Versuche wurden später von Zeitler ausgeführt[1]).

In weitem Umfange konnte Seashore[2]) Illusionen und Halluzinationen auf den verschiedenen Sinnesgebieten erzielen. Es handelt sich aber dabei ausschließlich um ganz elementare Wahrnehmungen, um annähernd reine Empfindungen von ebenmerklicher Stärke. Die Vp. mußte z. B. einen Draht zwischen die Finger nehmen, der Draht wurde dann einige Male tatsächlich elektrisch erhitzt, einige Male aber nur scheinbar; es wurden dann auch in diesen letzteren Fällen Erhitzungen wahrgenommen; oder es sollten die Helligkeiten zweier Scheiben verglichen werden, wobei die eine Scheibe in einigen Fällen wieder tatsächlich heller bzw. dunkler gemacht, in den folgenden Fällen jedoch nicht verändert wurde. Auf analoge Weise wurden Illusionen und Halluzinationen auch für Druck- und elektrische Reize, für Geschmack und Geruch erzielt[3]).

Small[4]) konnte bei Schulkindern Bewegungsillusionen hervorrufen, indem sie scheinbar an einer Schnur zog, die am Halse eines kleinen Spielzeugkamels befestigt war.

Bekannter sind die ebenfalls an Kindern angestellten ausgedehnten Versuche von Binet[5]). Es werden u. a. der Vp. eine Reihe von sechsunddreißig Linien dargeboten, welche sie auf Millimeterpapier nachzuzeichnen hat. Von den sechs ersten Linien ist eine immer größer als die vorhergehende, die zweiunddreißig letzten sind jedoch von gleicher Länge. Je nach der Suggestibilität der Versuchsperson werden dann auch diese letzteren Linien als größer werdend wahrgenommen. Dieser Versuch sowie ein analoger Versuch[6]), bei welchem von einer Reihe gleich aussehender Kästchen von zunehmender Schwere auch die

1) J. Zeitler, Philosophische Studien Bd. 16, 1900, S. 450 ff.

2) C. E. Seashore, Studies from the Yale psychological laboratory Bd. 3, 1895, S. 1 ff.

3) C. E. Seashore a. a. O. S. 55 ff.

4) M. H. Small, Pedagogical Seminary Bd. 4, 1896, S. 176 ff.

5) A. Binet, La suggestibilité, Paris 1900, S. 87 ff.

6) A. Binet a. a. O. S. 161 .

letzten gleichschweren als schwerer erscheinen sollen, sind nicht ganz einwandfrei. Eine experimentelle Nachprüfung mit Kontrollversuchen von Beck[1]) hat ergeben, daß überhaupt „bei dem Schätzen der Unterschiede zwischen einer Reihe gleicher Reize die Neigung besteht, eine Zunahme in dieser Reihe wahrzunehmen“[2]). Binet[3]) hat weiter einen Apparat angegeben, mit welchem sich Illusionen der kinästhetischen Empfindungen erzeugen und messen lassen. Külpe[4]) und andere[5]) zeigten, daß wenn schwache unbestimmte Eindrücke erwartet werden, auftretende subjektive Erlebnisse objektiviert werden können[6]). Hier handelt es sich mehr um halluzinatorische Erlebnisse. Ebenso in der folgenden Arbeit von Kosog[7]). Dieser ließ Kinder mehrere Male auf einen Zettel zugehen, der mit einem Punkt versehen war. Die Kinder mußten angeben, wann sie den Punkt sahen, wobei dann einige Male der Zettel unvermerkt mit einem solchen ohne Punkt vertauscht wurde. Ferner wurde in analoger Weise eine angeschlagene Stimmgabel mehrmals auf das Katheder aufgesetzt, dann einige Male nur scheinbar. Weiter wurde aus einer Flasche Wasser in ein Glas geschüttet und gefragt, wer den Geruch der Flüssigkeit wahrnehme[8]). Es ist aber klar, daß sich die Kinder wohl nicht besonders kritisch verhielten. Jede Kontrolle darüber, ob sie die betreffenden Wahrnehmungen hatten oder nicht, mußte ihnen angesichts der Umstände ja ganz unmöglich erscheinen. Es sei denn, daß sie überhaupt eine Täuschung vermutet hätten, was aber bei der Autorität, die Kosog als Lehrer den acht- bis zehnjährigen Kindern gegenüber hatte, nicht anzunehmen war.

---

1) J. Beck, Zeitschrift für angewandte Psychologie Bd. 14, 1919, S. 257 ff.

2) J. Beck a. a. O. S. 262.

3) A. Binet, Année psychologique Bd. 6, 1901, S. 542 ff.

4) O. Külpe, Philosophische Studien Bd. 19, 1902, S. 508 ff.

5) J. B. Rieffert, Bericht über den 5. Kongreß für experimentelle Psychologie in Berlin, Leipzig 1912, S. 245 ff.; A. Berliner, Archiv für die gesamte Psychologie Bd. 32, 1914, S. 68 ff.

6) Allerdings ist hier, wie O. Kroh (Subjektive Anschauungsbilder bei Jugendlichen, Göttingen 1922, S. 72) bemerkt, die Mitwirkung entoptischer Erscheinungen nicht ausgeschaltet gewesen.

7) O. Kosog, Beiträge zur Psychologie der Aussage Bd. 2, 1905/06, S. 385 ff.

8) Dieser Versuch wurde in ähnlicher Form schon 1893 von Binet ausgeführt. Vgl. A. Binet und H. Henri, Année psychologique Bd. 2, 1895, S. 453 ff.

Die Illusionen zusammengesetzter Gehörseindrücke fanden noch wenig Beachtung. Es liegen experimentelle Untersuchungen nur von Gutzmann[1]) vor. Mittels Telephon und Phonograph gab er den Vpn. sinnlose Silben zu Gehör. Dabei werden gewisse Buchstaben oft an Stelle anderer, die sinnlosen Silben als sinnvolle Wörter gehört.

Zur Erzeugung thermischer Illusionen diente eine Vorrichtung von Guidi[2]). Ein scheinbar als Wärmeapparat hergerichteter einfacher Blechkasten besitzt ein Loch, in welchem sich ein rundes Metallplättchen verschieben läßt. Die Vp. muß dieses Plättchen soweit einwärts drücken, bis sie Wärme empfindet. Ein mit dem Plättchen verbundener Zeiger zeigt auf einer Skala die Verschiebungsgröße an, aus der man den Grad der Suggestibilität ersehen kann. Ebenfalls thermische Illusionen, teilweise auch taktile, werden mit dem von Yung[3]) angegebenen Verfahren hervorgerufen. Durch Benutzung eines Tricks wird die Vp. in umständlicher Weise davon überzeugt, daß der Versuchsleiter imstande sei, aus einer Reihe Karten die von den übrigen Anwesenden bezeichnete Karte zu erraten. Dies geschieht angeblich auf Grund eines der Karte entströmenden Fluidums. Die Vp. soll nun ihrerseits den Versuch ausführen, wobei sie in der Regel auf irgendeine Weise das „Fluidum" bei einer Karte wahrnimmt. Diese Methode wurde mit gutem Erfolg bei einer sehr großen Anzahl erwachsener Vpn. angewandt.

Scott[4]) ließ seine Vpn. ein Nachbild von einer weißen Lichtquelle erzeugen und dann durch suggestive Bemerkungen die Farben dieses Nachbildes sich verändern.

Mittels bekannter Apparate aus der Psychophysik (u. a. Fechners Schallpendel, Marbes Sektorenverschiebungsapparat, Sterns Tonvariator) bot Edwards[5]) Reizreihen aus den verschiedenen Sinnesgebieten dar mit der jeweiligen Bemerkung, die Reihe werde heller bzw. dunkler (oder lauter bzw. leiser usw.). In Wirklichkeit gingen die Änderungen der Reize jedoch immer in entgegengesetztem Sinne. Die Vpn. nahmen dann eine

1) H. Gutzmann, Zeitschrift für angewandte Psychologie Bd. 1, 1908, S. 483 ff.

2) G. Guidi, Archives de psychologie Bd. 8, 1909, S. 49 ff.

3) E. Yung, Archives de psychologie Bd. 8, 1909, S. 263 ff.

4) W. D. Scott, Psychological review Bd. 17, 1910, S. 147 ff.

5) A. S. Edwards, American Journal of Psychology Bd. 26, 1915, S. 99 ff.

Abnahme der Größe, Stärke, Qualität des Reizes wahr, wo tatsächlich eine entsprechende Zunahme stattfand usw.

Die bisher angeführten Untersuchungen haben fast ausschließlich mit ganz elementaren und niederen Wahrnehmungen und deren ebenmerklichen Änderungen zu tun. Es ist klar, daß die allgemein auftretenden normalen Illusionen nicht dieser Art sein können, denn wir haben es allenthalben mit mehr oder weniger zusammengesetzten Dingen, mit Wahrnehmungen im eigentlichen Sinne zu tun. Eine gewisse Lebensnähe besitzen vielleicht noch die Versuche Münsterbergs. Auch die Versuche Gieses[1]) etwa, der — ebenfalls tachistoskopisch — Schnörkel, die durch Verwischen von verrußtem Papier gewonnen waren, darbot und die oft als sinnvolle Figuren gesehen wurden. In ähnlicher Richtung wie die Münsterbergs liegen neuere Untersuchungen von Grossart[2]), der auch tachistoskopische Verlesungen erzeugte. Die dargebotenen Reize waren aus Assoziationsversuchen gefundene, gefühlsbetonte, mit anderen vermischte Worte. Zum Schluß seien noch einige Versuche über tachistoskopisches Verlesen beschrieben, die von Herrn Prof. Marbe in Vorlesungen und Demonstrationen vorgeführt werden und die am besten den Einfluß der Einstellung auf das Verlesen (und das Lesen überhaupt) erkennen lassen[3]). Mittels eines mit Momentverschluß versehenen Projektionsapparates werden eine Reihe Worte etwa ein Fünfzehntel Sekunde lang an die Wand projiziert. Den Vpn. wird gesagt, es folge eine Reihe von Eigennamen, die so aufzuschreiben seien, wie sie gesehen werden. Es wurden dargeboten (der Reihe nach):

Albert	Peter
Erich	Paulus
Adam	Johonn

Infolge der durch die entsprechende Instruktion und durch die fünf ersten Expositionen geschaffenen Einstellung wird von einer großen Zahl von Versuchspersonen das letzte Wort als Johann gelesen. Es wird dann eine ähnliche Reihe projiziert, aber darauf aufmerksam gemacht, daß die Wörter zum Teil Fehler enthielten. Die Fehler werden jetzt allgemein deutlich bemerkt.

---

1) F. Giese, Zeitschrift für angewandte Psychologie Bd. 10, 1915, S. 193 ff.
2) F. Grossart, Archiv für die gesamte Psychologie Bd. 41, 1921, S. 121 ff.
3) Vorlesungen von Herrn Prof. Marbe im Sommersemester 1924.

Daß bei tachistoskopischen Darbietungen leicht Illusionen auftreten, ist verständlich. Denn durch das Abschneiden des Reizes wird eine Kontrolle und Prüfung des Gesehenen unmöglich, hingegen das Auftreten zentraler umformender Prozesse sehr begünstigt. Es ist überhaupt bei tachistoskopischen Verlesungen schwer zu scheiden zwischen unmittelbarer Wahrnehmungsveränderung und nur gedächtnismäßiger Umbildung[1]). Es sollen daher in der folgenden Untersuchung diese Methoden durch entsprechende andere ergänzt werden. Nach den bisherigen Untersuchungen sind normale Illusionen von komplexen, verhältnismäßig lange dargebotenen Gegenständen noch nicht experimentell erzeugt worden. Im folgenden soll versucht werden, die Existenz solcher Illusionen und ihre Abhängigkeit von der Einstellung und anderen Faktoren zu erweisen. Zur Verfügung standen für die Versuche vierundzwanzig Schüler einer Gewerbeschule, dreizehn Schüler einer Landfortbildungsschule (alle im Alter von 15 Jahren), ferner zwölf Schüler einer höheren Schule und sechs Schüler einer Waisenschule (im Alter von 11 Jahren) und einundzwanzig mehr oder weniger psychologisch geschulte Erwachsene, insgesamt sechsundsiebzig Vpn.

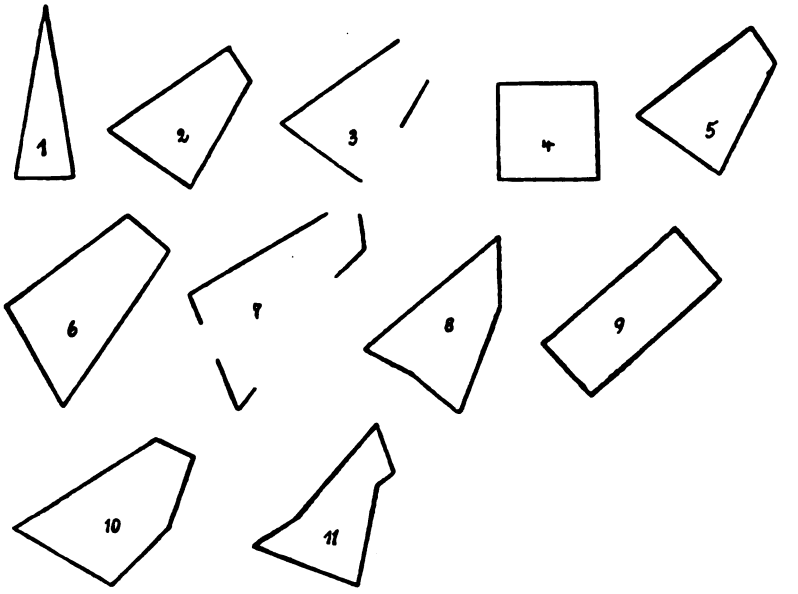
§ 2.

Methode der geometrischen Figuren.

1. Versuchsanordnung. Vor dem Versuch wurden der Vp. 100 Figuren vorgelegt, unter denen sich 50 mal die Figur Nr. 2 bzw. 5 (siehe Figur 1) vermischt mit fünf anderen geometrischen Figuren befand. Diese Figur, die sortierte Figur, war aus dem Haufen Figuren herauszusortieren und immer in derselben Lage auf die Seite zu legen. Durch den immer wiederkehrenden Antrieb zur konzentrierten Betrachtung sollte die Vp. ganz auf diese sortierte Figur eingestellt werden. Diesem Einstellungsverfahren schlossen sich die Versuche an, die in der Dunkelkammer stattfanden. Die Beleuchtung erfolgte durch eine hundertkerzige Glühlampe an der Decke des Versuchsraumes. An der einen Wand wurden auf einem grauen Karton der Reihe nach eine Anzahl von Karten mit einzelnen einfachen geometrischen Figuren (siehe Figur 1) befestigt. Die Vp. mußte (nach kurzer Adaption) jedesmal von der entgegengesetzten

1) Vgl. auch B. Erdmann, Grundzüge der Reproduktionspsychologie, Berlin u. Leipzig 1920, S. 98.

Wand auf die Karte zugehen. Ihre Aufgabe war, die sortierte Figur unter einer geringen Anzahl anderer Figuren wiederzuerkennen, und zwar schon aus möglichst weiter Entfernung. Sobald überhaupt die Form der exponierten Figur sich erkennen ließ, sollte das Urteil abgegeben werden: „Es ist die sortierte Figur" bzw. „es ist sie nicht". Dieses Urteil wollen wir als „Urteil I" und die Entfernung, in der es abgegeben wurde, als „Entfernung I" bezeichnen. Dann sollte die Vp. nochmals so



Figur 1.

lange vorwärtsgehen, bis sie die betreffende Figur vollkommen klar und deutlich sehen konnte, wobei wieder dasselbe Urteil abzugeben war. Dieses Urteil bezeichnen wir als „Urteil II" und die Entfernung, in der es abgegeben wurde, als „Entfernung II". Die beiden Entfernungen, in denen Urteil I bzw. II erfolgte, wurden bei den Versuchen mit Erwachsenen mit Kreide am Boden bezeichnet und abgemessen. (Die Entfernung war gleich dem Abstand der Standfläche der Vp. auf dem Boden von der Ebene der Figur.) Das Tempo des Vorgehens wurde den Vpn. ungefähr angegeben; schneller durfte nicht vorgegangen werden, jedoch langsamer. Sobald das zweite Urteil erfolgt war, wurde die Karte sofort abgenommen, die Reihenfolge der Figuren war die in Figur 1 angegebene. Vor dem Versuch wurde nochmals gefragt, ob die Karte auch tatsächlich noch genau im Gedächtnis

war; wenn dies nicht der Fall war, was nur selten vorkam, wurde der Vp. die sortierte Figur nochmals gezeigt. Auf vorkommende Fragen (besonders bei Erwachsenen) nach dem Zweck der Versuche wurde „Prüfung der Beobachtungsfähigkeit" vorgegeben.

2. Ergebnisse. Da das Verfahren unwissentlich war, mußten drei der erwachsenen Vpn. aus der Berechnung ausgeschieden werden, weil ihnen das Ziel der Versuche bekannt geworden war. Es bleiben somit insgesamt dreiundsiebzig Vpn. Von diesen unterlagen einundsiebzig der Einstellungswirkung, d. h. bei

97 % aller Vpn.

kam es vor, daß eine andere Figur für die sortierte Figur angesehen wurde. Die Gesamtzahl der Darbietungen beträgt 803, wovon 281 in Entfernung I, 257 in Entfernung II verkannt wurden. Zieht man hiervon die 146 Fälle ab, in denen die sortierte Figur tatsächlich dargeboten wurde, da ja hier eine Verkennung[1]) im Sinne eben dieser Figur nicht möglich war, so bleiben noch 657 Darbietungen und

281 bzw. 42,8 % Verkennungen in Entfernung I
257 „ 39,0 % „ „ „ II

Man sieht, daß di Zahl der Verkennungen von Entfernung I zu Entfernung II nur um einen ganz kleinen Betrag abnimmt. Da nun die Illusion auch in Entfernung II, wo die Figur ganz klar und deutlich sichtbar ist, bestehen bleibt, kann den objektiven Faktoren, d. h. hier der relativen Deutlichkeit der Figuren keine große Bedeutung zukommen. Daß ferner öfters Erkennungen schon aus 7,20 m Entfernung stattfanden und daß bei zwei Vpn. überhaupt keine Täuschungen auftraten, beweist ebenfalls, daß die Verkennungen nicht oder nicht wesentlich auf Rechnung der ungünstigen objektiven Verhältnisse zu setzen sind. Außerdem war die Vp. hinsichtlich der Beobachtungszeit und der Entfernung in keiner Weise beschränkt. Den Faktoren der Unaufmerksamkeit und der kurzen Reizdauer kommt hier keine Mitwirkung bei der Erzeugung der Illusionen zu, da beide der Versuchsanordnung zufolge ausgeschlossen waren, die Versuche fanden ja bei langdauernder Darbietung und konzentrierter Betrachtung statt.

1) „Verkennung" und „normale Illusion" soll weiterhin in demselben Sinne gebraucht werden.

Es seien nun die Ergebnisse für die Erwachsenen allein betrachtet. Mit Ausnahme einer einzigen Vp. konnten bei allen Erwachsenen Wahrnehmungstäuschungen erzielt werden. Nach Abzug der tatsächlichen Darbietungen der sortierten Figur ergeben sich für die Erwachsenen:

In Entfernung I	In Entfernung II
58 Verk. = 35,8 %	41 Verk. = 24,5 %

Unter dem Einfluß der Einstellung traten also bei gebildeten erwachsenen Vpn. eine relativ große Anzahl von Illusionen bei subjektiv ganz deutlicher Sichtbarkeit der Wahrnehmungsgegenstände auf.

Tabelle 1 gibt für jede Vp. die durchschnittliche Entfernung I und II an, daneben die Zahl der Verkennungen.

Tabelle 1.

Vp.	Entfernung in m		Verkennungen	
	I	II	I	II
Hr.	6,6	6,2	2	2
Fr. Kr.	6,2	5,8	3	3
Fr.	6,1	5,3	4	3
Dr. Kr.	5,8	5,3	4	3
Bn.	5,2	4,3	4	4
Schr.	4,9	3,4	3	1
Lp.	4,7	4,1		0
Mg.	4,5	4,0		1
Mt.	4,4	3,6	0	0
Kg.	4 3	3,9	1	1
Br.	4,1	3,1	6	2
St. I	3,7	2,3	4	1
Dr. Kg.	3,6	2,7	6	6
Hs.	3,5	3,0	6	6
Nm.	3,3	2,4	3	1
Kch.	3,2	2,5	5	4
Hb.	2,7	1,6	3	2
St. II	2,0	1,6	2	1

Die Tabelle lehrt, daß nicht etwa diejenigen Vpn., die am weitesten vorwärtsgehen müssen, also die am schlechtesten sehen, auch die meisten Verkennungen haben, denn die beiden Zahlenreihen haben keine Beziehung untereinander. Andrerseits haben die Vpn., die am wenigsten Verkennungen haben, auch nicht die weitesten Entfernungen, vielmehr solche von mittlerer Größe. Es läßt sich demnach kein bemerkenswerter Zusammenhang zwischen dem Grad der Sehschärfe und der Häufigkeit der Illusionen feststellen. Man könnte nun einwenden, die mehr oder weniger große durchschnittliche Entfernung sei weniger ein Ausdruck der Sehschärfe bzw. der Kurzsichtigkeit als ein

Ausdruck der Kritikfähigkeit; kritische Vpn. gingen z. B. näher heran als andere. Aus zahlreichen Beobachtungen können wir aber sagen, daß sich die Kritik mehr in einer Verlängerung der Urteilszeit zeigt und daß die Vpn., wenn irgend möglich, es vermieden, näher als notwendig heranzutreten, da sie ihre Leistung (entsprechend der Instruktion) für um so besser hielten, je weiter hinten sie urteilten. Daß die Illusionen nicht auf mangelhafter Sehfähigkeit beruhen, wird auch durch andere Ergebnisse bestätigt. Kosog[1]) fand sogar, daß Kurzsichtige weniger Illusionen haben als andere, und Sommer[2]) konnte in seinen Versuchen keine Beziehung finden zwischen dem Grad der subjektiven Umformung von Eindrücken und der Sehtüchtigkeit.

Bildet man aus Kolumne 1 und 2 (Tabelle 1) die Differenzen und vergleicht diese mit den danebenstehenden Verkennungszahlen für Entfernung I, so ergibt sich eine Beziehung. Je kleiner die Differenzen von Entfernung I und II sind, um so kleiner scheinen im allgemeinen die Verkennungszahlen zu sein. Die Korrelation zwischen beiden Zahlenreihen beträgt $\varrho = 0{,}50$. Dies könnte etwa auf der mehr oder weniger großen Vorsicht der Vpn. beruhen, indem die vorsichtigeren Vpn. mit dem ersten Urteil zurückhalten und es erst relativ nahe in der Gegend des subjektiv deutlichen Sehens abgeben.

Tabelle 2 enthält nun die Anzahl der Verkennungen für die einzelnen Versuchsgruppen. Der Kürze halber sind die Verkennungen in Entfernung I (bzw. bei Urteil I) als undeutliche, die Verkennungen in Entfernung II (bzw. bei Urteil II) als deutliche Verkennungen bezeichnet.

Tabelle 2.

Gruppe	Alter	Zahl der Verkennungen in %	
		undeutliche	deutliche
Studierende . . .	Erwachsene	35,8	24,5
Höhere Schule . .	11jährige	39,8	37,0
Gewerbeschule . .	15jährige	50,0	50,5
Waisenschule . . .	11jährige	55,5	55,5

Die Differenz zwischen den deutlichen und den undeutlichen Verkennungen ist am größten bei den Erwachsenen. Beim Er-

1) O. Kosog, Beiträge zur Psychologie der Aussage Bd. 2, 1905/06, S. 391.

2) R. Sommer, Deutsche Medizinische Wochenschrift Jahrg. 50, 1924, S. 1323.

wachsenen kommt es also viel häufiger vor als beim Jugendlichen, daß beim Nähertreten eine anfängliche Illusion verschwindet oder korrigiert wird.

Die Versuche wurden nun auch bei den Landschülern vorgenommen, fanden aber nicht wie die der übrigen Gruppen in der Dunkelkammer, sondern bei Tageslicht statt. Es konnte so der Einfluß der Beleuchtung auf das Zustandekommen der Illusionen untersucht werden. Die prozentualen Anzahlen der undeutlichen und deutlichen Verkennungen sind 35,9 bzw. 25,9, sind also relativ niedrig und kaum höher als die der Erwachsenen. Ebenso ist das Verhältnis der deutlichen zu den undeutlichen Verkennungen relativ sehr groß wie bei den Erwachsenen. Bei hellerer Beleuchtung kommen also Illusionen schwerer zustande.

Tabelle 3.

Alter	Verkennungen in %	
	undeutliche	deutliche
Erwachsene	35,8	24,5
15jährige	50,0	50,5
11jährige	47,6	46,2

In Tabelle 3 ist diese Gruppe ausgelassen und die übrigen Gruppen nochmals dem Alter nach geordnet angeführt.

Wie man sieht, besteht für die verschiedenen Altersstufen keine eindeutige Beziehung zwischen dem Lebensalter und der Häufigkeit der Illusionen. Sogar innerhalb derselben Altersstufe ist die Häufigkeit ganz verschieden, wie nochmals ein Blick auf Tabelle 2 zeigt. Die Häufigkeitszahlen für die Waisenschüler und die Mittelschüler sind hier beträchtlich voneinander verschieden. Es ist dies nur durch den bedeutenden Intelligenzrückstand der ersteren gegenüber den letzteren zu erklären. Auch Guidi[1]) fand im einzelnen keine Beziehung zwischen Alter und Suggestibilität, und Giroud fand mit den Methoden Binets nur zum Teil eine Beziehung zum Alter[2]); beim Gewichtskästchenversuch zeigte sich sogar überhaupt kein Einfluß des Alters[3]). Vergleicht man hingegen (Tabelle 4) die durchschnittliche Verkennungszahl aller Jugendlichen einerseits mit

1) G. Guidi, Archives de psychologie Bd. 8, 1909, S. 53.
2) A. Giroud, Année psychologique Bd. 18, 1912, S. 373 u. 385.
3) G. Giroud a. a. O. S. 379.

der aller Erwachsenen andererseits (bei gleichen Beleuchtungsverhältnissen), so macht sich der Altersunterschied deutlich bemerkbar. Allgemein sind also die Illusionen hier bei Kindern viel häufiger als bei Erwachsenen. Ferner ergibt ein Vergleich der undeutlichen mit den deutlichen Verkennungen in Tabelle 4

Tabelle 4.

Alter	Verkennungen in %	
	undeutliche	deutliche
Erwachsene	36	25
Jugendliche	48	47

folgendes. Daß eine Illusion beim Nähertreten verschwindet, geschieht bei den Kindern sozusagen gar nicht, es geschieht aber jedenfalls bei den Erwachsenen weitaus häufiger. Die Illusionen der Kinder zeigen also viel mehr eine Tendenz zur Beharrung als die der Erwachsenen. Mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit kann man daraus den Schluß ziehen, daß allgemein bei Kindern unter gleichen Bedingungen die Einstellungen größere Festigkeit zeigen als bei den Erwachsenen. Die Analogie zu den Tatsachen des Gedächtnisses liegt nahe, und es wäre interessant, diese Frage noch näher zu untersuchen, um so mehr als sie auch für die Pädagogik von Interesse ist.

Man kann dieses mehr oder weniger starke Beharren der Illusion geradezu als Maß ihrer Häufigkeit ansehen, wie man aus Tabelle 5 ersieht. Es sind hier die Anzahlen aller jener Verkennungen, die nur im undeutlichen Sehen auftraten und dann im deutlichen korrigiert wurden. Die Zahlen in der linken Kolumne geben die relative Häufigkeit der korrigierten Illusionen, die rechte Kolumne enthält alle übrigen Illusionen in Prozent.

Tabelle 5.

Gruppe	Verkennungen in %	
	verbesserte	unverbesserte
Waisenschule	0	55
Gewerbeschule	11	50
Höhere Schule	12	37
Landschule	19	26
Erwachsene	44	24

Je öfter es also bei einer Vp. vorkommt, daß eine Illusion beim Nähertreten als solche erkannt wird, um so seltener treten die

Illusionen bei ihr überhaupt auf. Die Häufigkeit der Illusionen ist um so kleiner, je öfter sie sich auflösen.

Bei den Versuchen mit den Erwachsenen fiel es nun auf, daß die Zeit, die die Vp. für den ganzen Versuch brauchte, außerordentlich verschieden bei den einzelnen Vp. war. Sie war scheinbar am größten bei den Vp., die wenig Illusionen hatten, und relativ klein bei jenen, die viel Illusionen hatten. Es wurde nun daraufhin bei vierundvierzig Kindern die Zeit gemessen, die jedes zum ganzen Versuch brauchte. Die Dauer des Versuchs hing der Versuchsanordnung gemäß ganz von der Vp. ab, da sie beliebig lange Zeit hatte, die Urteile zu fällen. Diese Urteilszeiten wurden nun mit den Anzahlen der deutlichen Verkennungen verglichen. Es ergab sich die Korrelation $\varrho = 0{,}67$ im Sinne der eben angedeuteten Beobachtungen. Die Häufigkeit der Illusionen ist im allgemeinen um so kleiner, je längere Zeit die Vp. zum Beobachten verwendet. Ein ähnliches Ergebnis fand auch Giese[1]). Dieser hatte zwischen der Urteilszeit beim Halbieren einer Strecke und der mit verschiedenen Methoden festgestellten Suggestibilität eine Korrelation $\varrho = 0{,}71$ gefunden; allerdings nur für eine geringere Anzahl und nur für männliche Vpn. Aber es ist sehr wahrscheinlich, daß die Korrelation in unseren Versuchen noch höher ausfallen würde, wenn man die Messung der Zeiten noch eingehender gestaltete, wenn insbesondere nicht nur die Zeit für den gesamten Versuch, sondern auch für jedes einzelne Urteil gemessen würde. Auch diese eben gefundene Beziehung dürfte vielleicht auf die mehr oder weniger große Vorsicht der Vpn., die sich hier in der Zeit bemerkbar macht, zurückzuführen sein.

Es seien nun die Verhältnisse in bezug auf die einzelnen Figuren betrachtet. Die Zahlen in Tabelle 6 geben an, wie oft die betreffende Karte bzw. Figur verkannt wurde, d. h. wie oft sie als die sortierte Figur angesehen wurde. Die Zahlen beziehen sich auf sämtliche Versuche.

Tabelle 6.

Figur Nr.		6	8	10	7	11	8	9	1	4
Verkennung	undeutliche	63	49	47	44	33	29	13	2	1
	deutliche	62	46	42	37	34	30	4	1	1

1) F. Giese, Zeitschrift für angewandte Psychologie Bd. 10, 1915, S. 247.

Auch in bezug auf die einzelnen Figuren finden wir das vorhin gefundene Ergebnis bestätigt, daß die Häufigkeit der Illusionen um so geringer ist, je öfter sie sich auflösen. Wie man aus der Tabelle sieht, wurden alle Figuren verkannt. Am häufigsten kommt vor eine geringe einfache Verschiebung der Figur ohne jede Ergänzung (siehe Figur 1. S. 361). Einfache Ergänzung fehlender Teile und geringe Verschiebung gebrochener Linien kommen ungefähr gleichhäufig vor. Das erstere ist angesichts der mäßigen Beleuchtung verständlich, weniger jedoch die Verkennung von Knickungen. Die Knickungsschwelle einer Geraden beträgt nach Versuchen von Bihler und von Guillery[1]) (allerdings für kleinere Entfernungen) einundzwanzig Minuten, der betreffende Winkel in Figur Nr. 10 beträgt über 25°. Fast ebenso häufig wie die beiden vorhergehenden Fälle ist auch die Ergänzung mit geradliniger Verschiebung (Figur Nr. 7). Weniger oft kommen geradlinige und Knickungsverschiebungen vor (Figur Nr. 11), noch weniger ganz starke Winkelverschiebungen (Figur Nr. 8). Welche starken Veränderungen des Gesehenen auf Grund der Einstellung möglich sind, erhellt daraus, daß auch so heterogene Figuren wie Nr. 9, 4 und 1 als sortierte Figur gesehen wurden, selbst im Gebiete des subjektiv deutlichen Sehens. Immerhin muß man zur Erklärung der ganz unverständlichen Verkennungen von Figur Nr. 4 und 1 noch die Wirkung des abgeschlossenen Raumes, des Versuchsleiters und anderes heranziehen.

Wir haben also gesehen, daß die Häufigkeit, mit der eine Figur verkannt wird, um so kleiner ist, je verschiedener sie in geometrischer Beziehung von der sortierten Figur ist.

Bei einigen Karten ist die Häufigkeit der deutlichen Illusionen größer, bei anderen geringer als die der undeutlichen.

Tabelle 7 enthält für jede einzelne Karte die Häufigkeit der Verkennungen und die mittlere Entfernung dazu (aus den verschiedenen Entfernungen der Vpn. gewonnen). Die Zahlen beziehen sich auf die Versuche mit Erwachsenen.

---

1) W. Bihler, Beiträge zur Lehre vom Augenmaß für Winkel. Diss. Freiburg 1896; Guillery, Pflügers Archiv Bd. 75, 1899, S. 491 ff. (zit. nach K. Bühler, Die Gestaltwahrnehmungen I, Stuttgart 1913, S. 77).

Tabelle 7.

Karte Nr.	Urteil		Entfernung in m	
	I	II	I	II
6	14	14	4,8	4,1
3	12	6	3,9	3,1
7	10	4	4,0	3,2
10	9	7	4,5	3,6
11	5	4	4,7	3,7
8	5	6	4,6	3,8
9	3	0	4,2	3,4

(Die Entfernungen für die sortierte Figur selbst sind: Für Figur Nr. 2: 4,4 bzw. 3,8 m; für Figur Nr. 5: 4,4 bzw. 3,5 m.) Es besteht danach keine Beziehung zwischen der Bevorzugung einer Figur bei Wahrnehmungstäuschungen und der mittleren Entfernung, aus der sie erkannt wird. Sie ergibt sich auch nicht, wenn man für jede Karte getrennt die mittleren Entfernungen der Verkennungen und Erkennungen berechnet.

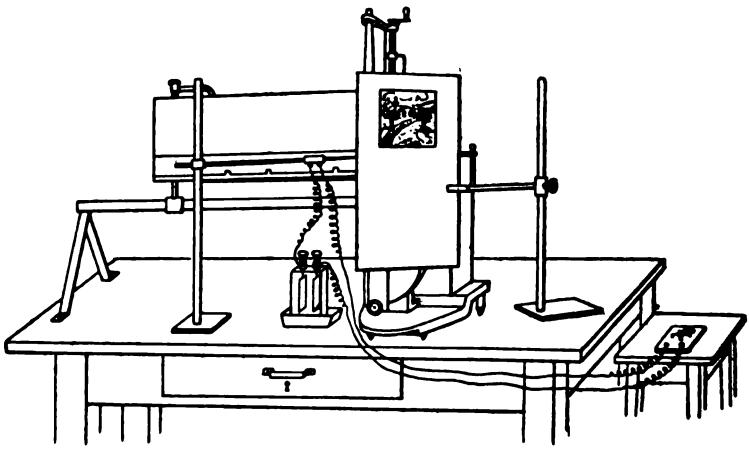
Die besprochenen Versuche haben gezeigt, daß auf Grund einer bestimmten Einstellung Illusionen einfacher geometrischer Figuren auftreten können. Die Figuren waren dabei ruhend dargeboten und wurden aufmerksam und relativ sehr lange betrachtet. Es wurde nun eine weitere Methode ausgearbeitet, wo es sich um komplexere und sich bewegende Gegenstände handelt, eine Methode, die also mehr Lebensnähe besitzt als die vorige.

§ 3.

Bildstreifenmethode.

1. Versuchsanordnung. Hinter einem Ausschnitt (siehe Figur 2) von der Größe 9×10 cm zieht eine Papierschleife vorbei, die mit einem Bildstreifen von der Größe $90 \times 11{,}5$ cm beklebt ist. Dieser ist aus mehreren einfarbigen Landschaftsbildern zusammengesetzt. Der Ausschnitt wurde durch eine hundertkerzige Glühlampe in 2,35 m Entfernung beleuchtet. Die Vp. saß 2 m vom Ausschnitt entfernt. Die Sichtbarkeitsdauer eines einzelnen Bildpunktes im Ausschnitt betrug 6 Sekunden, bot also genügend Gelegenheit zum Betrachten. Die gesamte Sichtbarkeitsdauer des Bildstreifens betrug 60 Sekunden. Vor dem eigentlichen Bild erschien erst im Ausschnitt ein Stück der weißen Schleife mit dem Signal „Achtung". Unterhalb des Bildstreifens befindet sich noch ein auswechselbares Papierband. Dieses ist zur Aufnahme der Kurven eines elektromagnetischen

Schreibers bestimmt. Der Schreiber ist so aufgestellt, daß der Ausschlag jeweils unter dem Bildpunkte erfolgt, der eben am linken Rande verschwindet. Mit dem Schreiber ist ein Reaktionstaster für die Vp. verbunden. Die Vp. sollte diesen jedesmal niederdrücken, sobald sie eine menschliche Gestalt gleich welcher Art sah, und zwar in dem Augenblick, wo dieselbe eben am linken Rand des Ausschnittes verschwand. Den Vpn. wurde vorher gesagt, daß in der Landschaft menschliche Figuren eingezeichnet seien in verschiedenen Größen und Stellungen, und zwar so, daß sie nicht immer leicht zu erkennen



Figur 2.

seien und die Aufmerksamkeit sich stark darauf konzentrieren müsse. In der Anzahl der erkannten Personen habe man dann ein Maß für die Beobachtungsfähigkeit des einzelnen in bezug auf Personen in schwieriger Umgebung. Dadurch sollten einmal Fragen nach dem Zweck der Versuche und Reflexionen darüber möglichst vermieden werden, und dann sollte durch das Moment des Wettbewerbs die Gefühlsbetonung die Einstellung noch verstärken. In Fällen, wo nur eine Person angenommen wird, wo man rein gedanklich eine solche vermutet, sollte nicht reagiert werden, sondern nur wo tatsächlich etwas gesehen wird.

2. Ergebnisse. Es traten hier in noch weiterem Umfang wie bei der vorigen Methode Wahrnehmungstäuschungen sowohl bei Kindern als auch Erwachsenen auf. Insgesamt entfielen auf 60 Vpn. in 60 Versuchen

296 Illusionen.

Eine Vp. hatte also im Durchschnitt fast fünf Verkennungen bei der Betrachtung eines fortlaufenden Bildstreifens während einer Minute.

Die Zahlen für die einzelnen Vpn. sind sehr verschieden. Sie schwanken zwischen 0 und 18. Dies deutet darauf hin, daß die Täuschungen nicht allein in der Natur der Zeichnung liegen konnten. Einige zuverlässige Vpn., die an den eigentlichen Versuchen nicht teilnahmen und nur zur Kontrolle herangezogen wurden, besagten ferner, daß die Zeichnung an sich das Sehen von Personen kaum nahelege. Dies wird noch dadurch bestätigt, daß zwei Vpn. überhaupt nicht reagierten und behaupteten, es seien keine Menschen auf dem Bild. Es waren dies nicht etwa voreingenommene Vpn., sondern beide hatten bei der Figurenmethode relativ viele Illusionen. Daß es auch solche Personen gibt, die auf dem ruhenden Bildstreifen schon Gestalten sehen, ändert nichts an der Sache.

Es folgen nun die Ergebnisse im einzelnen: Siebzehn von den achtzehn erwachsenen Vpn. hatten Illusionen. Insgesamt ergaben sich zweiundneunzig Illusionen, für die Vpn. durchschnittlich 5,1 pro Minute (alle 11,8 Sekunden eine Verkennung). Es ist zu bemerken, daß beim Figurenversuch durchschnittlich 3,4 Verkennungen pro Vp. auftraten in einem Zeitraum von mehreren Minuten; bei komplexeren Gegenständen, besonders geläufigen (Personen) scheinen also leichter Illusionen vorzukommen. Vielleicht ist auch das Moment des Entschließens wichtig hier. Denn die Vp. hat es nicht in der Hand wie bei der vorigen Methode, die Beobachtungszeit nach ihrem Belieben zu gestalten. Die einzelnen Zahlen liegen zwischen 0 und 13.

Bei den Gewerbeschülern entfielen auf vierundzwanzig Vpn. 108 Verkennungen, d. h. durchschnittlich 4,5 Verkennungen pro Vp. oder alle 13,3 Sekunden eine. Es erlagen dreiundzwanzig Vpn.; die einzelnen Zahlen schwanken zwischen 0 und 8. Von den zwölf Mittelschülern hatten alle Verkennungen, und zwar insgesamt sechzig, im Durchschnitt fünf pro Vp. oder alle 12 Sekunden eine Verkennung. Die einzelnen Zahlen liegen zwischen 2 und 8. Ebenso erlagen von den sechs Waisenschülern alle bei sechsunddreißig Verkennungen und sechs pro Vp. oder alle 10 Sekunden eine Verkennung. Die einzelnen Anzahlen sind zwischen 2 und 18.

In Tabelle 8 sind die Ergebnisse für die einzelnen Gruppen dem Alter nach angegeben.

Tabelle 8.

Alter	Verkennungen pro Vp. durchschnittlich
Erwachsene	5,1
15jährige	4,5
11jährige	5,5

Also auch hier ist keine eindeutige Beziehung zwischen Alter und Häufigkeit der Illusionen.

Tabelle 9.

Gruppe	Alter	Verkennungen pro Vp. durchschnittlich
Gewerbeschüler	15jährig	4,5
Höhere Schule	11jährig	5,0
Studierende		5,1
Waisenschüler	11jährig	6,0

Trennt man wie in Tabelle 9 die Vpn. nach den Versuchsgruppen, so weisen die Zahlen erst recht keine gesetzmäßige Beziehung zum Alter auf. Es ist nicht ausgeschlossen, daß bei einer noch größeren Anzahl Vpn. die Verhältnisse sich etwas anders darstellen. Berechnet man für alle Kinder einerseits die durchschnittliche Anzahl pro Vp. und ebenso für alle Erwachsenen andererseits, so erhält man:

Erwachsene 5,1 Kinder 4,9.

Die Erwachsenen wären dann scheinbar suggestibler oder wenigstens gerade so suggestibel wie die Kinder, da die Zahlen ungefähr gleich sind. Viel wahrscheinlicher ist jedoch die Annahme, daß die relativ höhere Anzahl für die Erwachsenen auf der größeren Fülle und Stärke der zentralen Wahrnehmungsprozesse beruht. Daß die Zahlen für die Kinder und die Erwachsenen sich bei der Figurenmethode gerade umgekehrt verhalten, würde sich daraus erklären, daß die Zeit hier nicht beschränkt war und so die Möglichkeit kritischer Überlegungen bot, während die konzentrierte Verfolgung der sich bewegenden Gegenstände des Bildstreifens kritische Überlegungen kaum aufkommen ließ.

Betrachtet man nun die einzelnen Teile des Bildstreifens in bezug auf die Häufigkeit des Verkanntwerdens, so zeigen die Ausschläge der Kurven eine gleichmäßige Verteilung auf die Länge des Streifens; die Illusionen verteilen sich also im allgemeinen ziemlich gleichmäßig. Jedoch sind wieder gewisse

Teile bevorzugt. Die Zahlen der Tabelle 10 geben an, wie oft der betreffende Gegenstand Anlaß zu Verkennungen bot.

Tabelle 10.

Gegenstand	Häufigkeit der Verkennungen
Wagen (1)	45
Baumstumpf (2) . .	37
Pfosten (3)	25
Faß (4)	18
Vogelscheuche (5) .	17
Hut und Busch (6)	15
Wegweiser (7) . .	12
Stamm (8)	10
Hund (9)	8
Holzstück (10) . .	7
Holzhaufen (11) . .	6

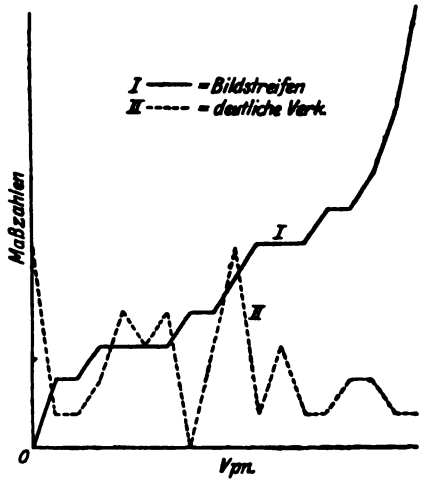
Am häufigsten werden auf dem Wagen oder in der Nähe des Wagens Personen gesehen (oft auch mehrere zugleich). Man sieht daraus sowie aus der Betrachtung der nächsthäufigen Gegenstände (die betreffenden Stellen befinden sich in der Nähe von Häusern und Wagen), daß an jenen Stellen am häufigsten Illusionen auftreten, die eine hohe Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von Personen aufweisen. Dieses Ergebnis stimmt gut überein mit anderen Befunden[1]), die gelegentlich gezeigt haben, daß Umgestaltungen von Wahrnehmungsinhalten meistens im Sinne der Geläufigkeit und Wahrscheinlichkeit erfolgen.

§ 4.

Vergleich beider Methoden.

Um den Zusammenhang der beiden bisher behandelten Methoden zu erfahren, tragen wir in Figur 3 für alle erwachsenen Vpn. die absoluten Verkennungszahlen beim Bildstreifenversuch der Größe nach ein (Kurve I) und dazu die entsprechenden Werte des Figurenversuchs (Kurve II).

1) H. Gutzmann, Zeitschrift für angewandte Psychologie Bd. 1, 1908, S. 499 ff.; V. Urbantschitsch, Über subjektive optische Anschauungsbilder, Leipzig und Wien 1907, S. 107 ff.; J. Beck, Zeitschrift für angewandte Psychologie Bd. 14, 1919, S. 266; F. Grossart, Archiv für die gesamte Psychologie Bd. 41, 1921, S. 146.



Figur 8.

Die beiden Kurven verlaufen auch nicht annähernd gleich, eher scheinen sie eine Tendenz zu entgegengesetzter Richtung zu haben. Es ist daraus zu schließen, daß es sich hier nicht um gleiche psychische Leistungen handelt.

Untersucht man dieselbe Beziehung an Hand der Versuche der Kinder, so erhält man das gleiche Resultat. Die Korrelation zwischen Bildstreifenversuch und Figurenversuch beträgt hier (für zweiundvierzig Vpn.) $\varrho = 0{,}06$. Es wäre also verfehlt, die beiden Methoden als Methoden zur Untersuchung der „Suggestibilität" schlechthin anzusehen. Es muß dies deshalb betont werden, da man im allgemeinen geneigt ist und es auch tatsächlich tut, das Auftreten von Illusionen als Zeichen der mehr oder weniger großen Suggestibilität nimmt. Daß es sich bei der sog. Suggestibilität nicht um eine allgemeine Eigenschaft handelt, sondern daß ihrer verschiedene Arten zu unterscheiden sind (analog wie beim Gedächtnis), ist auch durch anderweitige Untersuchungen wahrscheinlich geworden. Scott[1]) fand zwischen der Täuschung suggerierter Farben im Nachbild und suggerierter Wärmeempfindungen nur eine unbedeutende Korrelation. Chojecki[2]) fand zwischen drei Methoden, von denen zwei taktile, eine optische Illusionen prüfte, keine Beziehung. Von sechs Methoden der Suggestibilitätsprüfung, wovon sich fünf

1) W. D. Scott, Psychological review Bd. 17, 1910, S. 152.
2) A. Chojecki, Archives de psychologie Bd. 11, 1911, S. 185.

auf Sinnestäuschungen bezogen, hatten nach Beck[1]) nur zwei untereinander einen Zusammenhang. Binet[2]) hat gezeigt, daß die Suggestibilität ein Sammelname für eine ganze Reihe von psychischen Phänomenen darstellt, und Hartenberg[3]) hat ebenfalls darauf hingewiesen, daß die Suggestibilität keine allgemeine Eigenschaft sei und man jedenfalls zwei Hauptformen davon zu unterscheiden habe. Man kann somit die Suggestibilität nicht als eine allgemein abgrenzbare Eigenschaft betrachten, auch stellt die Illusion keinen Ausdruck der Suggestibilität schlechthin dar. Wenn in verschiedenen Gebieten und Hinsichten die Einstellbarkeit verschieden ist[4]) und man die Suggestibilität nur als einen besonderen Fall der Einstellbarkeit faßt, kann man freilich die mit unseren Methoden erzeugten Illusionen als Symptome verschiedener Arten der Suggestibilität ansehen. Hält man aber an dem allgemeinen Begriff einer Suggestibilität schlechthin fest, was praktisch ohne Zweifel berechtigt und nützlich ist, so ist es am besten, man bezieht die Disposition zu Wahrnehmungstäuschungen nicht in diesen Begriff mit ein, sondern beschränkt ihn auf die Einstellbarkeit auf neue Überzeugungen und Handlungsbereitschaften, also auf Besonderheiten der persönlichen Stellungnahme[5]).

Tabelle 11.

Vp.	Entfernung I	Verkennungen	Vp.	Entfernung I	Verkennungen
Hr. . .	6,6	7	Kg. . .	4,3	6
Fr. Kr. .	6,2	3	Br. . .	4,1	3
Fr. . .	6,1	4	St. I . .	3,7	10
Dr. Kr. .	5,8	6	Dr. Kg.	3,6	5
Bn. . .	5,2	3	Hs. . .	3,5	0
Schr. .	4,9	2	Nm. . .	3,3	2
Lp. . .	4,7	6	Kch. . .	3,2	3
Mr. . .	4,5	7	Hb. . .	2,7	8
Mt. . .	4,4	4	St. II .	2,0	13

Vergleicht man noch die mittleren Entfernungen für die einzelnen Vpn. aus dem Figurenversuch mit der Anzahl der Illu-

1) J. Beck, Zeitschrift für angewandte Psychologie Bd. 14, 1919, S. 269.

2) A. Binet, La suggestibilité, Paris 1900, S. 6.

3) P. Hartenberg, Zeitschrift für Psychotherapie Bd. 2, 1910, S. 44.

4) Daß die Umstellbarkeit in verschiedenen Gebieten eine andere ist, hat M. Zillig in einer Arbeit festgestellt, die in der Zeitschrift für Psychologie Bd. 97 (1925) S. 1 f. erschienen ist.

5) Vgl. auch W. Stern, Beiträge zur Psychologie der Aussage Bd. 1, 1904, S. 68 f.

sionen im Bildstreifenversuch (Tabelle 11), so ergibt sich keine Beziehung. Also auch hier kein Zusammenhang von Sehtüchtigkeit und Häufigkeit der Illusionen.

§ 5.

Die Illusionen in ihrer Abhängigkeit von der Persönlichkeit.

Die bei den Ergebnissen zutage getretenen großen individuellen Differenzen[1]) ließen darauf schließen, daß beim Zustandekommen der Illusionen eine Reihe in der Persönlichkeit liegender Faktoren beteiligt sein mußte. Es wurden nun zu diesem Zweck einige Eigenschaften untersucht, von denen man erwarten konnte, daß sie vielleicht das Auftreten von Illusionen beeinflußten. So konnte man etwa annehmen, daß die Phantasie je nach der Stärke ihres Vorhandenseins die Entstehung von Illusionen begünstigt. Zu diesem Zweck wurde bei den Erwachsenen (siebzehn Vpn.) die Phantasie mit der von Binet[2]) angegebenen Dreiwortmethode geprüft, bei der aus drei gegebenen Worten möglichst viele beliebige Sätze zu bilden sind. Weiterhin wurde den Vpn. eine Reihe von Tintenklexen vorgelegt, in welche sie beliebige Formen hineinzudeuten hatten[3]). In ähnlicher Weise waren ferner eine Reihe sinnloser Silben in sinnvolle Worte oder Sätze umzudeuten. So wurden beispielsweise die Silben bich und tesul gedeutet als „bieg' ich" bzw. „wir tranken Tee in Suhl", quibuz als „Kiebitz" usw. Die Ergebnisse der drei Methoden wurden nicht nur quantitativ, sondern vor allem qualitativ ausgewertet und zeigten untereinander hohe Korrelationen. Bei der Dreiwortmethode ergab sich beim Vergleich mit dem Bildstreifenversuch zwischen Phantasie und Widerstandsfähigkeit[4]) gegen Illusionen eine Korrelation[5]) $\varrho =$

1) Vgl. auch O. Külpe, Philosophische Studien Bd. 19, 1902, S. 512 ff.; A. S. Edwards, American Journal of psychology Bd. 26, 1915, S. 105; F. Grossart, Archiv für die gesamte Psychologie Bd. 41, 1921, S. 183; R. Sommer, Deutsche medizinische Wochenschrift Jahrg. 50, 1924, S. 1323.

2) A. Binet et V. Henri, Année psychologique Bd. 2, 1895, S. 444.

3) A. Binet und V. Henri, ebenda S. 444; G. V. Dearborn, Psychological review Bd. 4, 1897, S. 390 f.; Derselbe, American Journal of psychology Bd. 9, 1898, S. 183 ff.; St. E. Sharp, American Journal of psychology Bd. 10, 1899, S. 329 ff.; E. Kirckpatrick, Psychological review Bd. 7, 1900, S. 274 ff.; G. M. Whipple, Manual of mental and physical tests 1910, S. 430 ff.; H. Rohrschach, Psychodiagnostik, Arbeiten zur angewandt. Psychiatrie Bd. 2, 1921.

4) Der Begriff soll hier kein Werturteil in sich schließen.

5) Es wurden fast durchweg Rangkorrelationen bestimmt.

0,53, d. h. also, daß in gewissem Grade die Illusionen um so geringer sind, je größer die Phantasie ist. Dasselbe besagen die Koeffizienten 0,44 zwischen Klecksversuch und deutlichen Verkennungen (Figurenmethode) und 0,50 zwischen Silbenversuch und deutlichen Verkennungen. Faßt man die drei Methoden zusammen und vergleicht die daraus gewonnene mittlere Phantasieleistung mit der Bildstreifenmethode, so ergibt sich eine Korrelation von $\varrho = 0{,}68$. Es kann also auf keinen Fall die Rede davon sein, daß die Phantasie die Illusionen begünstige, daß bei diesen ein Hineinphantasieren in die betreffenden Eindrücke stattfinde. Vielmehr bietet die Phantasie einen gewissen Widerstand gegen Illusionen, was verständlich wird, wenn man die Phantasieleistung als hervorragendes Merkmal der Intelligenz ansieht. Man konnte nun auch erwarten, daß das optische Vorstellungsvermögen eine Rolle beim Verkennen spiele. Zur Prüfung dieser Fähigkeit wurden verlangt: Das Vertauschen der beiden Uhrzeiger in der bloßen Vorstellung[1]; in einem zweiten Versuch sollte ferner ein rotangestrichener Würfel von 4 cm Kantenlänge in der Vorstellung in kleine Würfel von je 1 cm Länge zerteilt und die Anzahl kleiner Würfel mit drei bzw. zwei und einer bzw. keiner roten Fläche angegeben werden[2]). Eine merkliche Korrelation wurde nur zwischen Würfelversuch und Bildstreifenversuch gefunden, sie betrug $\varrho = 0{,}51$. Es scheinen also die Illusionen im allgemeinen weniger häufig zu sein, je besser das Vorstellungsvermögen ist.

Auch an Kindern[3]) wurde die Phantasie und das optische Vorstellungsvermögen untersucht. Es wurden dazu einerseits die erwähnte Dreiwort- und Klecksmethode benützt, andererseits das Vertauschen der Uhrzeiger und das Nachzeichnen kurz dargebotener einfacher Figuren. Korrelationen ergab der Dreiwortversuch nur mit dem Figurenversuch und zwar eine Korrelation von $\varrho = 0{,}62$ zu den undeutlichen, bzw. eine Korrelation

1) Vgl. W. Stern u. O. Wiegmann, Beihefte zur Zeitschrift für angewandte Psychologie Beiheft 20, 1920, S. 52.

2) Dieser Versuch wurde zuerst von C. O. Taylor, Zeitschrift für Psychologie Bd. 40, 1906, S. 230 ff., zu denkpsychologischen Untersuchungen angewandt. Die Methode wurde in unserem Sinne von Marbe in psychotechnischen Prüfungen benutzt.

3) Die Korrelationsversuche wurden an 41 Kindern unternommen; die hier angeführten Koeffizienten beziehen sich nur auf die 24 Gewerbeschüler, die ein gleichmäßiges Material darstellten und daher ausgeprägte Koeffizienten ergeben.

von $\varrho = 0{,}54$ zu den deutlichen Verkennungen. Auch hier geht also eine höhere Phantasieleistung mit geringerer Verkennungshäufigkeit einher. Nachzeichnen und Uhrzeigerversuch ergaben eine Korrelation von $\varrho = 0{,}42$ bzw. $\varrho = 0{,}40$ zum Bildstreifenversuch. Der Uhrzeigerversuch ergab außerdem noch zum Figurenversuch Korrelationen und zwar zu den undeutlichen und deutlichen Verkennungen eine Korrelation von $\varrho = 0{,}43$ bzw. $\varrho = 0{,}40$. Wie bei den Erwachsenen so scheint auch hier eine gute optische Vorstellungsfähigkeit eine geringe Anzahl Verkennungen zu bedingen.

Da die beiden Methoden zur Untersuchung der Illusion keine Beziehung untereinander ergaben, erwies es sich auch als notwendig, sie mit einer eigentlichen Methode der Suggestibilitätsprüfung zu vergleichen. Es wurde hierzu in bekannter Weise[1]) den Kindern ein denkbar einfaches Bild kurze Zeit dargeboten und ihnen unmittelbar nach Wegnahme des Bildes neun Fragen zur Beantwortung vorgelegt. Sämtliche Fragen mit Ausnahme der ersten waren Suggestivfragen. Die aus diesem Versuch gewonnenen Werte ergaben eine merkliche Korrelation nur zum Bildstreifenversuch, sie betrug $\varrho = 0{,}51$. Bei den jüngeren Kindern zeigte sich außerdem noch eine Korrelation zum Figurenversuch, sie betrug sowohl für deutliche als undeutliche Verkennungen $\varrho = 0{,}60$. Beim Zustandekommen von Illusionen scheint also bis zu gewissem Grade die Suggestibilität beteiligt zu sein, und zwar bei den jüngeren Kindern wieder etwas mehr als bei älteren. Die gefundene Beziehung ist aber nur mäßig ausgeprägt und erlaubt uns keineswegs, auch die Figuren- und Bildstreifenmethode als solche zur Prüfung der Suggestibilität schlechthin anzusprechen. Die in § 4 ausgeführten Bemerkungen erfahren hier also eine gewisse Bestätigung. Endlich wurde bei den Kindern noch ein Versuch nach Art des Bourdon-Versuchs angestellt, bei dem während einer Dauer von zwei Minuten in einem sinnvollen Text alle „n" durchzustreichen waren. Bewertet man lediglich die Anzahl der durchgestrichenen Buchstaben, so ergibt dieser Versuch eine Korrelation von $\varrho = 0{,}66$ ($\varrho = 0{,}70$ bei den Elfjährigen) zum Bildstreifenversuch. Hiermit stimmen Ergebnisse von Chojecki überein, der — ebenfalls bei vierundzwanzig Kindern

1) Vgl. z. B. Stern, Beiträge zur Psychologie der Aussage Bd. 1, 1904, S. 1 ff.

— eine Korrelation von $\varrho = 0{,}51$ zwischen Bourdon-Versuch und Binets Linienversuch fand[1]). Angesichts der Schwierigkeit der Frage, welche Fähigkeit eigentlich mit dem Bourdon-Versuch geprüft wird[2]), möge diese Beziehung nicht weiter erörtert werden; es sei nur darauf hingewiesen, daß neben der Lese- und Schreibgeschwindigkeit die optische Unterscheidungsfähigkeit hier vielleicht in Frage kommt. Alle diese gefundenen Beziehungen gelten nun für das einzelne Individuum. Man muß sich nun aber die Frage vorlegen, ob sie auch zwischen den verschiedenen Alters- bzw. Entwicklungsstufen gelten. Zu diesem Zweck ist in Tabelle 12 für jede der drei Versuchsgruppen die

Tabelle 12.

Gruppe	Bildstreifen	Nachzeichnen	Dreiwort	Bourdon
Gewerbeschule . .	4,5	9	13	72
Höhere Schule . .	5,0	7	10	59
Waisenschule . . .	6,0	5	5	43

durchschnittliche Anzahl der Verkennungen pro Vp. im Bildstreifenversuch angeführt, dazu die mittlere Punktzahl pro Vp. für die entsprechenden Korrelationsversuche. Es ergibt sich auch hieraus, daß die geringe Verkennungszahl, also größere Widerstandsfähigkeit parallel geht mit besserer Leistung im Buchstabendurchstreichen, in der Phantasie und in dem optischen Vorstellungsvermögen. Ein analoger Vergleich mit dem Figurenversuch bestätigt die mittels der Korrelationsrechnung gefundenen Beziehungen nicht, vielmehr gelten diese hier nur jeweils innerhalb einer Entwicklungsstufe. Vergleicht man nämlich in Tabelle 13 die prozentualen Verkennungshäufigkeiten

Tabelle 13.

Gruppe	Verkennungen		Klecksversuch	Dreiwort	Suggestibilität
	deutlich	undeutlich			
Höhere Schule .	39,8	37,0	12	10	8,0
Gewerbeschule .	50,0	50,5	18	13	8,5
Waisenschule .	55,5	55,5	24	5	17,5

mit den mittleren Punktzahlen, so sieht man, daß die geringere Verkennungshäufigkeit, also größere Widerstandsfähigkeit nicht

1) A. Chojecki, Archives de psychologie Bd. 11, 1911, S. 186.

2) Vgl. z. B. E. Lazar u. W. Peters, Fortschritte der Psychologie und ihrer Anwendungen Bd. 3, 1915, S. 181 f.

parallel der höheren Leistung im Klecks- und Dreiwortversuch geht, wie es sich mittels der Korrelationsrechnung ergab. Vielmehr ist dies Verhältnis beim Klecksversuch sogar umgekehrt. In bezug auf die Suggestibilität besteht wohl im großen und ganzen eine Korrespondenz zur Verkennungshäufigkeit, aber auch hier zeigt ein Vergleich der beiderseitigen Abstände der Zahlen, daß von einer einigermaßen gleichmäßigen Proportion von Suggestibilität und Illusionshäufigkeit nicht die Rede sein kann.

Zusammenfassend haben die Versuche ergeben, daß die Phantasie keinesfalls das Auftreten von Illusionen begünstigt, sondern eher hemmt. Es zeigt sich, daß die Psychologie des täglichen Lebens, die den umgekehrten Zusammenhang annimmt, wie in vielen Gebieten der Psychologie so auch hier versagt. Ferner zeigen die Verkennungen in ihrer Häufigkeit eine Beziehung zu der Leistung im Buchstabendurchstreichen und zur Güte des Vorstellungsvermögens. Die Häufigkeit der Verkennungen einer Vp. ist ferner abhängig von ihrer Suggestibilität, sie ist aber keinesfalls ein Ausdruck der Suggestibilität überhaupt und braucht durchaus nicht mit einem negativen Werturteil belegt zu werden. Auch die eigentliche Suggestibilität darf erst bei einem größeren Umfang negativ bewertet werden. Denn es ist zu bemerken, daß ein gewisser Grad von Suggestibilität nicht nur normal, sondern zu positiver geistiger Entwicklung geradezu notwendig ist. Nach Simon[1]) sind Schwachsinnige weniger suggestibel, und Kosog findet, daß die besseren Schüler mehr Illusionen haben[2]). Auch ist es erwähnenswert, daß Bérillon[3]) die Suggestibilität einfach gleichsetzt mit der Erziehbarkeit. Als eigentlich Suggestible im Sinne eines negativen Werturteils kann man jene Personen bezeichnen, die unter allen Umständen beeinflußbar, als nicht oder weniger Suggestible jene, die es nur unter gewissen Bedingungen sind.

Unsere Versuche sollten nur ergänzender Art sein und konnten freilich die Bedeutung der Disposition zu Illusionen in der Struktur der Persönlichkeit nicht erschöpfend behandeln. Dies kann vielmehr nur auf Grund eingehender und vielseitiger Versuche geschehen. Es ist dabei aussichtslos, bei der Kompli-

1) Th. Simon, Année psychologique Bd. 6, 1900, S. 483.

2) O. Kosog, Beiträge zur Psychologie der Aussage Bd. 2, 1905/06, S. 393.

3) E. Bérillon, L'hypnotisme et l'orthopédie mentale. Paris 1898. (Zit. nach A. Binet, Année psychologique Bd. 5, 1899, S. 93.)

ziertheit der vorliegenden Erscheinungen durch eine bloße Häufung der Zahl der Vpn. sichere Ergebnisse gewinnen zu wollen, vielmehr kann dies nur gelingen, wenn die Vpn. unter möglichst genau gleiche Bedingungen gesetzt werden, wobei vor allem die Bedingungen auch weit vor Beginn des eigentlichen Versuches gleich und bekannt sein müssen. Mit anderen Worten: will man habituelle Einstellungen untersuchen, so muß man den Einfluß der momentanen Einstellung ausschalten. Jedenfalls kann der Zusammenhang der höheren geistigen Leistungen nicht auf Grund theoretischer Erwägungen, so wahrscheinlich sie auch sein mögen, aufgezeigt werden; dies kann nur durch empirische, insbesondere experimentelle und statistische Verfahrungsweisen geschehen[1]).

IV. Beobachtungen natürlicher Illusionen.

Wir haben ausführlich zeigen können, daß sich auf experimentellem Wege Illusionen erzeugen lassen, die von der jeweiligen Einstellung abhängig sind. Es fragt sich nun, wie es sich mit den Illusionen des täglichen Lebens verhält, ob diese natürlichen Illusionen auch wie die künstlichen durch die Einstellung bestimmt werden, oder ob sie unabhängig von ihr und in beliebiger Weise auftreten. Um diese Frage lösen zu können, habe ich alle Fälle von Illusionen, die mir im Laufe der Arbeit vorkamen, sofort nach ihrem Auftreten samt den näheren Umständen aufnotiert. Beschäftigt man sich überhaupt einmal mit diesen Dingen, so findet man, wie schon Külpe[2]) bemerkt hat, daß die Illusionen beim Normalen durchaus nicht selten sind.

So erschien mir z. B. am Ufer eines Flusses, in dem viele Leute badeten, ein Strohbusch auf einem Pfahl als ein Badender, und zwar aus einer Entfernung von etwa 10 m bei kaum merk-

1) Als Nebenergebnis traten bei den Phantasieversuchen interessante Tatsachen der Gleichförmigkeit des psychischen Geschehens zutage. Es zeigt sich, daß die Deutungen eines Kleckses bezw. einer sinnlosen Silbe in weitem Umfange übereinstimmen. Es gibt für jeden Klecks bezw. jede Silbe eine bevorzugte Deutung, dann zweit- und drittbevorzugte usw., analog den Ergebnissen bei Assoziationsversuchen von A. Thumb und K. Marbe, Experimentelle Untersuchungen über die psychologischen Grundlagen der sprachlichen Analogiebildung, Leipzig 1901, S. 17 ff.

2) O. Külpe, Philosophische Studien Bd. 19, 1902, S. 553.

licher Dämmerung. In einem anderen Fall sah ich ein großes Stück Packpapier als einen Hund an. Es war dies auf einem Wege, den ich fast täglich ging und bei einem Haus, vor dem in der Regel ein Hund lag. Die Erscheinung trat schon in großer Entfernung auf und verschwand erst bei starker Annäherung.

Besonders häufig sind natürlich Fälle des Verlesens. So sah ich nach einhalbstündiger Suche nach einem Geschäft von photographischen Artikeln ein großes Firmenschild mit der Aufschrift „Kinematographen", die sich aber beim Nähertreten als „Küchengeräte" herausstellte. Ähnlich war es in einem Fall, in dem ich längere Zeit nach einem Haus Akazienweg Nr. 23 suchte. Nachdem ich das entsprechende Haus Nr. 21 gefunden hatte,erblickte ich an dem nächsten ein Schild mit der Aufschrift „Akazienweg Nr. 25", worauf ich die Nummer 23 als gar nicht vorhanden betrachtete. Das betreffende Schild bezog sich aber in der Tat auf eine einmündende Straße und hieß „Karthäuserstraße 25". Zwei weitere Fälle beziehen sich auf das Lesen wissenschaftlicher Texte. So las ich in einer Arbeit, die über Scheinbewegungen handelte, mehrmals „Scheindrücke" anstatt „Seheindrücke". In einem anderen Text über Gestalttheorie las ich „Melodien und Strukturen" anstatt „Melodien und Figuren". Die Reihe solcher Fälle könnte noch weiter geführt werden, sie möge aber genügen. Auch aus der psychologischen Literatur ließen sich noch einige ergänzende Beispiele erwähnen. Es seien hier nur zwei von Meringer und Mayer[1]) gebrachte Fälle wiedergegeben. Eine Kellnerin verstand „halbes Huhn" für „... halbe Stunde studieren"; eine andere verstand „ein Diner!" für „ein Giardinetto"[2]).

Alle diese Fälle ergeben nun, wie leicht zu ersehen ist, daß auch die natürliche Illusion eindeutig durch die Einstellung bestimmt ist. Freilich soll damit nicht gesagt sein, daß die Einstellung in allen Fällen die alleinige Ursache der Illusion ist, sondern daß die Art und Weise, die Richtung, in der die Wahrnehmung erfolgt, von ihr abhängen.

---

1) R. Meringer u. K. Mayer, Versprechen und Verlesen, Stuttgart 1895, S. 158. Vgl. auch J. Stoll, Zur Psychologie der Schreibfehler, Fortschritte der Psychologie u. ihrer Anwendungen Bd. 2, 1914, S. 1 ff.

2) Einen weiteren interessanten Fall von Verlesen infolge wissenschaftlicher Einstellung siehe bei A. Binet, La psychologie du raisonnement, 3. Aufl., Paris 1902, S. 12.

Es sei noch erwähnt, daß die verbreitete Ansicht[1]), daß bei der Illusion ein Hinzutreten von Empfindungen zu den schon gegebenen stattfinde, daß man etwa beim Druckfehler anstatt der falschen Buchstaben die richtigen einfüge, nach den Selbstbeobachtungen, die sich an unsere Fälle stets anschlossen, nicht richtig zu sein scheint. Nach meinen eigenen Selbstbeobachtungen verhält es sich durchaus so, wie Specht annimmt, der das Wesentliche der Illusion in dem Auftreten einer Gestaltqualität sieht[2]). Specht meint, daß die Gestaltqualitäten wohl in ihren Elementen variieren können, ohne sich selbst zu ändern. Aus unseren Selbstbeobachtungen wollen wir nun aus methodischen Gründen noch keine endgültigen Schlüsse ableiten; vielmehr muß die Frage, ob der gegebene Eindruck in der Illusion durch Empfindungen oder durch Gestalten vervollständigt wird, einer besonderen experimentellen Prüfung überlassen werden.

V. Einstellung und Auffassung.

§ 1.

Methode der mehrdeutigen Figuren.

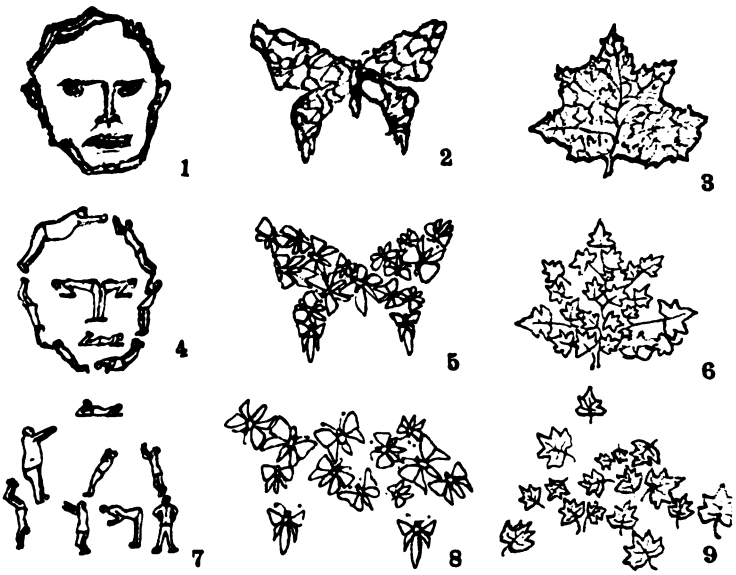
Die bisherigen Untersuchungen hatten die subjektive Ergänzung in der Wahrnehmung zum Gegenstande, soweit sie zu Fälschungen führt. Diese Fälschungen erwiesen sich als abhängig von der jeweiligen Einstellung, sie waren aber auch in gewissem Grade noch von anderen Faktoren beeinflußt. Es wurde nun versucht, den Einfluß der Einstellung auf die Auffassung überhaupt festzustellen und dabei zugleich die objektiven Faktoren nach Möglichkeit auszuschalten. Denn die Wirkung der Einstellung konnte um so reiner untersucht werden, je weniger die jeweilige Art und Weise der Auffassung durch die objektive Natur des Gegenstandes bedingt war. Dies konnte nun am besten dadurch erreicht werden, daß man Figuren wählte, die an und für sich zwei verschiedene Auffassungen erlaubten, deren Eintreten möglichst gleich wahrscheinlich war.

---

1) W. Wundt, Grundriß der Psychologie, Leipzig 1905, S. 281, 7. Aufl.; G. Störring, Vorlesungen über Psychopathologie, Leipzig 1900, S. 93; K. Goldstein, Die Halluzination, Wiesbaden 1912, S. 27; O. Külpe, Vorlesungen über Psychologie, herausgeg. v. K. Bühler, Leipzig 1922, S. 177.

2) W. Specht, Wahrnehmung und Halluzination, Berlin u. Leipzig 1914, S. 32.

1. Versuchsanordnung. Die benutzten Zeichnungen, die in Figur 4 abgebildet sind, wurden mit dem Tachistoskop dargeboten. Da wir in dieser Untersuchung prinzipiell auf eigentliche tachistoskopische Methoden verzichteten, so wurde auch die Expositionszeit möglichst lange gewählt. Sie betrug 0,9 Sekunden, also bedeutend mehr als bei tachistoskopischen Versuchen üblich ist. Das Intervall zwischen zwei Darbietungen betrug etwa 10 Sekunden. Die Entfernung der Vp. von dem Ausschnitt, der hell beleuchtet war, betrug 56 cm. Wie Figur 4 zeigt, bestanden die exponierten Figuren einerseits aus den eigentlichen mehrdeutigen Figuren (Nummer 4—6) und solchen, die ihnen vorausgingen und eine bestimmte Auffassung nahelegen sollten, den Einstellungsfiguren (Nummer 1—3 und 7—9). Die Anordnung der Darbietungen war so, daß zuerst eine Einstellungsfigur gezeigt wurde und dann die entsprechende mehrdeutige Figur. Zuerst wurden die Einstellungsfiguren geboten,



Figur 4.

die die Gesamtauffassung nahelegten, dann jene, die die Auffassung der Elemente nahelegten. Den Vpn. wurde gesagt, daß immer zwei aufeinanderfolgende Figuren zusammengehörten, von denen die erste im Gedächtnis behalten werden sollte, bis die zweite erschien. Unmittelbar nach der Darbietung der

zweiten Figur sollte zu Protokoll gegeben werden, was gesehen worden war. Die Versuche wurden an zwanzig erwachsenen Vpn. vorgenommen.

2. Ergebnisse. Die im folgenden angegebenen Zahlen beziehen sich alle auf die Auffassung der mehrdeutigen Figuren. Da prinzipiell zwei Auffassungen bei jeder Figur möglich waren, so konnte die Gesamtzahl der Auffassungen auch größer ausfallen als die Gesamtzahl der Darbietungen. Es entfielen auf 120 Darbietungen insgesamt 161 Auffassungen. Fassen wir die Darbietungen, in welchen die Auffassungen des Ganzen nahegelegt wurden, zusammen und bezeichnen sie als Ganzversuch und ebenso die übrigen Darbietungen als Elementversuch, so ergibt sich, daß die Anzahl aller Auffassungen im Elementversuch größer ist als im Ganzversuch. Sie beträgt hier 75 und dort 96. Durch den vorausgegangenen Gesamtversuch erfährt also der Elementversuch eine Begünstigung.

Die Tabelle 14 zeigt nun, wie oft die Auffassungen des Ganzen und die Auffassungen der Elemente im Ganzversuch bezw. Elementversuch auftraten.

Tabelle 14.

Einstellung auf	Anzahl der Ganzauffassungen	Anzahl der Elementauffassungen
das Ganze	86 %	14 %
die Elemente . . .	42 %	58 %

Man sieht also, daß bei der Einstellung auf das Ganze die Ganzauffassungen bedeutend häufiger sind als bei der Einstellung auf die Elemente, und daß bei der Einstellung auf die Elemente die Anzahl der Elementauffassungen viel größer ist als bei der Einstellung auf das Ganze. Im Ganzversuch fällt Einstellung und Auffassung in 86 %, im Elementversuch in 58 % der Fälle zusammen. Die Zahlen lehren aber auch, daß die Einstellung auf das Ganze wirksamer war als die Einstellung auf die Elemente, denn bei der Einstellung auf Elemente treten immerhin noch 42 % Ganzauffassungen auf. Die Ganzauffassungen sind also auch im Elementversuch relativ häufig. Dies ist dadurch bedingt, daß der Ganzversuch dem Elementversuch voranging und auf diesen noch nachwirkte. Wir haben hier eine experimentelle Bestätigung der von Rubin[1]) gefundenen

1) E. Rubin, Visuell wahrgenommene Figuren, Berlin 1921, S. 13.

figuralen Nachwirkung. Diese figurale Nachwirkung ließe sich nur ausschalten, wenn man an einer Reihe von Vpn. nur den Ganzversuch machte und an einer Reihe von anderen Vpn. nur den Elementversuch. Daß im Elementversuch noch relativ häufig Ganzauffassungen vorkommen, beruht nun zum Teil auch auf anderen Bedingungen. Es befanden sich nämlich unter den Vpn. einige von ausgeprägtem Auffassungstypus. So sahen die Vpn. Frl. Dr. Schk. und Frl. Kb. durchweg nur das Ganze und in keinem Fall die Teile. Zwei weitere Vpn. gaben an, daß sie immer eine Neigung gehabt hätten, das Ganze zu erfassen. Es ist also hier das Vorkommen extremer Typen wichtig, die das Gesamtergebnis beeinflussen können und die man als synthetische bezw. analytische Typen[1]) oder als Typen des Speziellsehers und des Typensehers[2]) bezeichnet hat. Ferner hat sich ergeben, daß sich die drei mehrdeutigen Figuren nicht alle als gleichgeeignet für unseren Zweck erwiesen. Wenn wir die Ergebnisse für die einzelnen Figuren gesondert betrachten (siehe Tabelle 15), erweist sich die Blattfigur nicht als sehr geeignet.

Tabelle 15.

Anzahl der	Blatt	Schmetterling	Kopf
Ganzauffassungen im Ganzversuch . .	72 %	91 %	100 %
Elementauffassungen im Elementversuch	52 %	55 %	74 %

Die Einstellung ist hier von geringerer Wirkung als bei der Schmetterlingsfigur und insbesondere bei der Kopffigur. Bei der letzteren ist übrigens die Auffassung im Ganzversuch ausschließlich durch die Einstellung bestimmt. Hier ist es auch von Einfluß, daß die Form der Teile und die des Ganzen nicht die gleiche ist, wie es bei den anderen Figuren der Fall ist.

Nun hängt das Maß, in dem die Einstellung die Auffassung einer bestimmten Figur bedingt, auch von der Stellung dieser Figur in der Reihenfolge der Darbietungen ab. Dies konnte dadurch gezeigt werden, daß die Reihenfolge der Darbietungen in einer Versuchsreihe Kopf — Schmetterling — Blatt war, in

1) Vgl. z. B. H. Nanu, Zur Psychologie der Zahlauffassung, Diss. Würzburg 1904, S. 30 f.

2) R. Müller-Freienfels, Zeitschrift für angewandte Psychologie Bd. 7, 1913, S. 136 ff.

einer zweiten Reihe dagegen Blatt — Schmetterling — Kopf. Es war nun zu erwarten, daß die am Ende dargebotene Figur benachteiligt sein mußte, da sich dann schon auf Grund der vorangegangenen anderen Darbietungen die Meinung bilden konnte, es handle sich um Figuren, deren Teile wiederum Figuren für sich sind. Diese Erwartung konnte man schon einigen spontanen Äußerungen der Vpn. entnehmen, und sie wird auch in der Tat durch die Zahlen bestätigt. Tabelle 16 zeigt, daß die relative Häufigkeit, mit der Einstellung und Auffassung zusammenfallen, kleiner ist, wenn die Figur am Ende, als wenn sie am Anfang steht.

Tabelle 16.

Anzahl der	Blatt Darbietung am		Kopf Darbietung am	
	Anfang	Ende	Anfang	Ende
Ganzauffassungen im Ganzversuch	75 %	70 %	100 %	100 %
Elementauffassungen im Elementversuch	56 %	50 %	80 %	68 %

Sieht man von der figuralen Nachwirkung ab und von dem Vorkommen ausgeprägter Auffassungstypen, ferner von der relativen Stärke der Kohärenz-Faktoren[1]) und anderer Besonderheiten der Figuren, sowie ihrer Stellung in der Darbietungsreihe, so haben unsere Versuche eine eindeutige Abhängigkeit der Wahrnehmung von der Einstellung unter objektiv günstigen Auffassungsbedingungen ergeben. Es ist zu erwarten, daß bei der Wahl geeigneter Figuren und unter reinen Bedingungen, wie wir sie schon zum Teil anführten und sie unsere Ergebnisse nahelegen, sich diese Abhängigkeit als eine durchgängige und notwendige ergibt.

§ 2.

Der Wahrnehmungsvorgang.

Wir wollen nun untersuchen, inwieweit alle unsere Ergebnisse für die Lehre von der Wahrnehmung und der Auffassung überhaupt, worunter wir die gesamten Prozesse des Erkennens

1) Das heißt solcher Faktoren, die die kollektive Auffassung gegebener Eindrücke begünstigen. Siehe G. E. Müller, Komplextheorie und Gestalttheorie, Göttingen 1923, S. 9 f.

und Verstehens begreifen, von Bedeutung sind. Als Ausgangspunkt mögen dabei die herkömmlichen Anschauungen über den Wahrnehmungsvorgang dienen.

Vielfach ist die Ansicht vertreten worden, daß die Wahrnehmung auf einer Verbindung von Eindruck und reproduzierter Vorstellung beruhe[1]). Nach Wundt[2]) treten bei jeder Wahrnehmung eine Anzahl von Vorstellungen zu den Empfindungen hinzu; wobei es sich nicht um bestimmte Vorstellungen, sondern um eine unbestimmt große Anzahl handelt[3]). Diese Ansicht vertritt auch Binet[4]), der die Wahrnehmung als eine Vervollständigung des Sinneseindrucks durch eine ganze Reihe von Vorstellungen betrachtet. Wenn man etwa eine Orange sehe, glaube man sie zugleich auch zu schmecken, man stelle sich ihren Geruch vor, den Anblick der Kerne, ihren Namen, man glaube ihr Gewicht zu fühlen und ihre elastische Struktur usw.[5]). Die Theorie der reproduzierten Vorstellung wird auch für das Wiedererkennen in Anspruch genommen, wo sie Lehmann[6]) experimentell zu beweisen suchte. Aber schon von Höffding[7]) wurde diese Auffassung im Gegensatz zu Lehmann bestritten. Ward[8]) lehnte auf Grund von Betrachtungen pathologischer, physiologischer und entwicklungsgeschichtlicher Tatsachen die Reproduktionstheorie des Erkennens ab. Auch Bourdon[9]) legte durch experimentelle Untersuchungen über das Erkennen von Worten und Buchstaben die Unrichtigkeit dieser Theorie dar. In Versuchen über optisches Erkennen fand Bentley[10]) Erkennungen oft in Fällen, wo keine reproduzierte Vorstellung auftrat; dasselbe ergab sich aus Versuchen

---

1) C. Stumpf, Abhandlungen der preußischen Akademie der Wissenschaften, Jahrg. 1918, S. 103; vgl. auch E. B. Titchener, Lehrbuch der Psychologie Bd. 2, 1912, S. 364 ff.

2) W. Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 6. Aufl., Leipzig 1911, Bd. 3, S. 504.

3) W. Wundt, Philosophische Studien Bd. 7, 1892, S. 339.

4) A. Binet, La psychologie du raisonnement, 3. Aufl., Paris 1902, S. 13.

5) A. Binet a. a. O. S. 76.

6) A. Lehmann, Philosophische Studien Bd. 5, 1889, S. 96 ff. u. Bd. 7, 1892, S. 169 ff.

7) H. Höffding, Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Philosophie Bd. 13, 1889, S. 420 ff.

8) J. Ward, Mind. New Series Bd. 3, 1894, S. 509 ff.

9) B. Bourdon, Revue philosophique Bd. 40, 1895, S. 153 ff.

10) J. M. Bentley, American Journal of psychology Bd. 11, 1899, S. 46 ff.

Whipples[1]) auf akustischem Gebiet. Auf Grund von Ergebnissen seiner experimentellen Untersuchungen über das Urteil[2]) wies Marbe nach, daß die geläufige Ansicht, daß sich mit jedem gesprochenen und gehörten Wort eine Vorstellung verbinde, nicht richtig ist[3]). Eine Nachprüfung der Experimente Lehmanns ergab nach Gamble und Calkins[4]), daß das Wiedererkennen nicht auf reproduzierten Vorstellungen beruht. Eine von Marbes Untersuchungen ausgehende Arbeit von Taylor[5]) bestätigte ebenfalls, daß für die Auffassung, und zwar für die höheren Prozesse des Verstehens das Vorhandensein von Vorstellungen nicht notwendig ist. Meyer[6]) fand, daß Reproduktionen nur ein begleitender Umstand des Wiedererkennens sind. Eine vergleichende Untersuchung von Wiedererkennen und Reproduktion mittels sinnloser Silben ergab nach Fischer[7]) eine weitgehende Unabhängigkeit der beiden Vorgänge. Auf Grund ähnlicher, unter G. E. Müller angestellter Untersuchungen kam auch Heine[8]) zu dem Ergebnis, daß das Wiedererkennen nicht auf der Wirksamkeit von Assoziationen beruhe. Eingehende Versuche von Woods[9]) in den verschiedenen Sinnesgebieten ergaben, daß der Erkennungsakt vorstellungslos sein könne. In der Reihe dieser Untersuchungen, welche die reproduzierte Vorstellung als unwesentlich für das Erkennen fanden, seien noch Katzaroff[10]) und Betz[11]) genannt. Auch die einfache Selbstbeobachtung bestätigt schon, daß sich nicht an jede Empfindung eine Vorstellung anschließt, und man hat darauf hingewiesen, daß die Reproduktionstheorie des Wahrnehmens schon von vornherein einen Widerspruch in sich schließe. Eine Vorstellung ist doch stets bereits eine reproduzierte Vorstellung.

---

1) G. M. Whipple, American Journal of psychology Bd. 13, 1902, S. 261 ff.

2) K. Marbe, Experimentell-psychologische Untersuchungen über das Urteil, Leipzig 1901, S. 73.

3) K. Marbe, Fortschritte der Psychologie Bd. 3, 1915, S. 14.

4) E. A. McC. Gamble und M. W. Calkins, Zeitschrift für Psychologie Bd. 32, 1903, S. 177 ff.

5) C. O. Taylor, Zeitschrift für Psychologie Bd. 40, 1906, S. 225 ff.

6) E. Meyer, Untersuchungen zur Psychologie und Philosophie, herausgeg. v. Ach, Bd. 1, 1910, S. 92.

7) Auguste Fischer, Zeitschrift für Psychologie Bd. 62, 1912, S. 199.

8) R. Heine, Zeitschrift für Psychologie Bd. 68, 1914, S. 202.

9) E. L. Woods, American Journal of psychology Bd. 26, 1915, S. 371.

10) D. Katzaroff, Archives de psychologie Bd. 11, 1911, S. 1 ff.

11) W. Betz, Archiv für die gesamte Psychologie Bd. 17, 1910, S. 266 ff.

Um eine Vorstellung von etwas überhaupt zu besitzen, muß ich vorher irgendwie die Wahrnehmung gemacht haben. Nun soll aber die Wahrnehmung wiederum erst dadurch zustandekommen, daß zu den Empfindungen eine reproduzierte Vorstellung hinzutritt. Es könnte danach niemals überhaupt eine Wahrnehmung und damit auch nie eine Vorstellung zustandekommen[1]).

Alle diese Ergebnisse zeigen, daß die Wahrnehmung ganz und gar nicht auf der Verbindung von Eindruck und Vorstellung beruht. Wir müssen darum das Wesen der Wahrnehmung in etwas anderem suchen. Schon v. Kries[2]) vertrat die Ansicht, daß für das Verstehen von Worten wesentlich und hinreichend eine bestimmte Einstellung sei. Nach Taylor[3]) zeigt oft der Zusammenhang der Worte einen deutlichen Einfluß auf das Verstehen derselben, ohne selbst im Bewußtsein gegeben zu sein. Dieser Einfluß des Zusammenhangs, der nichts anderes als ein Einfluß der Einstellung ist, zeigt sich auch in negativer Weise. Starrt man nämlich längere Zeit ein Wort an, so daß es also nicht mehr in einem bestimmten Zusammenhang steht, so erscheint oft das Wort vollkommen sinnlos[4]). Bei der Wahrnehmung gesprochener Worte reicht der Einfluß des Zusammenhangs bis in die einfache akustische Wahrnehmung des einzelnen Wortes hinein[5]). Der Zusammenhang spielt auch bei der optischen Wahrnehmung eine Rolle. Wie uns die Farben und Helligkeiten verschiedener Flächen erscheinen, hängt in hohem Grade davon ab, welchen Gegenständen sie zugehören. Druckerschwärze kann im Sonnenlicht objektiv ganz bedeutend heller sein als weißes Papier in der Dämmerung, und doch erscheint uns das eine schwarz und das andere weiß. Wir ersehen also auch aus den Tatsachen der zentralen Transformation der Farben und Helligkeiten den Einfluß der Einstellung auf die Wahrnehmung. Gutzmann[6]) zeigte ferner, daß die Auffassung gesprochener sinnloser Silben durch die Gedankenwelt der Vp.,

---

1) R. Müller-Freienfels, Zeitschrift für Psychotherapie Bd. 6, 1916, S. 17.

2) J. v. Kries, Zeitschrift für Psychologie Bd. 8, 1895, S. 16.

3) C. O. Taylor, Zeitschrift für Psychologie Bd. 40, 1906, S. 225 ff.

4) E. Severance u. M. F. Washburn, American Journal of psychology Bd. 18, 1907, S. 182 ff.

5) K. Bühler, Bericht über den dritten Kongreß für experimentelle Psychologie in Frankfurt, Leipzig 1909, S. 103.

6) H. Gutzmann, Zeitschrift für angewandte Psychologie Bd. 1, 1908, S. 499.

ihre Konstellation stark beeinflußt wird. Nach tachistoskopischen Untersuchungen von Schulz[1]) kommt der Einstellung die wichtigste Rolle zu für die Art und Weise des Erkennens. Auch die optische Wahrnehmung von Bewegungen kann nach Wertheimer[2]) wesentlich durch die Einstellung bestimmt werden. Bühler[3]) zeigte, daß die Proportionswahrnehmung außer von dem Verhältnis der räumlichen Größen noch von der Einstellung abhängig ist. Die Beurteilung von Punktdistanzen ist nach Versuchen von Gelb[4]) von der Einstellung abhängig und kann bei unpassender Einstellung zu Fälschungen führen. Die Auffassung von Klecksen wird nach Feingold[5]) durch vorhergehendes Betrachten von bestimmten Bildern beeinflußt. Als wesentlich für den Erkennungsprozeß ergab sich aus den Untersuchungen von Woods[6]) eine funktionelle Komponente. Diese besteht in dem geordneten Verlauf der Bewußtseinsvorgänge unter der Richtung der Aufgabe und der Einstellung. Versuche von Korte[7]) über das Lesen zeigten, daß die Einstellung von Einfluß auf das Erkennen von Buchstaben ist. Betz[8]) führte das Wiedererkennen von Gerüchen auf die Einstellung zurück, wobei aber der in dieser Untersuchung verwendete Einstellungsbegriff nicht mit unserem übereinstimmt. Nach Marbe[9]) können wir schon aus einfachen Beispielen sehen, daß das Verstehen von Worten von der Einstellung abhängig und oft ganz durch sie bestimmt ist. So bedeutet für uns das Wort „Blatt" etwas ganz anderes, je nachdem wir uns in einem Walde befinden, in einer Kunsthandlung, in einem Zeitungskiosk oder beim Kartenspiel. Ferner kann das Verstehen von Worten bei einer bestimmten Einstellung gehemmt werden, indem diese die dynamische Auffassung der Worte fälscht. Bietet man z. B. einer

---

1) A. J. Schulz, Zeitschrift für Psychologie Bd. 52, 1909, S. 248.

2) M. Wertheimer, Zeitschrift für Psychologie Bd. 61, 1912, S. 194 ff., 210 und 218. Vgl. auch W. Ehrenstein, Zeitschrift für Psychologie Bd. 96, 1925, S. 334 f.

3) K. Bühler, Die Gestaltwahrnehmungen I, Stuttgart 1913, S. 287.

4) A. Gelb, Bericht über den 6. Kongreß für experimentelle Psychologie in Göttingen, Leipzig 1914, S. 39.

5) G. A. Feingold, American Journal of psychology Bd. 26, 1915, S. 540 ff.

6) E. L. Woods, American Journal of psychology Bd. 26, 1915, S. 381.

7) W. Korte, Zeitschrift für Psychologie Bd. 93, 1923, S. 73 f. u. 78.

8) W. Betz, Archiv für die gesamte Psychologie Bd. 17, 1910, S. 266 ff.

9) K. Marbe, Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie Bd. 94, Heft 2/3 (Festschrift für R. Sommer), 1924, S. 360.

Vp. auf einner Tafel die Worte Waldmeisterchen, Stiefmütterchen, Hoffensterchen dar und veranlaßt sie, dieselben rasch herunterzulesen, so werden kaum Hemmungen oder Fehler eintreten. Macht man aber denselben Versuch mit den Worten Mauerblümchen, Sauertöpfchen, Hoffensterchen, so wird das letzte Wort falsch betont und leicht nicht verstanden[1]).

Alle diese Ergebnisse werden bestätigt durch unsere Versuche, in denen wir mit verschiedenen Methoden die Bedeutung der Einstellung für die Wahrnehmung feststellen konnten. Für die Wahrnehmung kommt also zunächst als wesentlicher Faktor die jeweilige Einstellung in Betracht. Es bleibt nur noch die Frage übrig, wie sich denn nun die Wahrnehmungen in ihrer Struktur im einzelnen verhalten.

Die Selbstbeobachtungen von natürlichen Illusionen hatten nun schon darauf hingedeutet, daß als weiteres wesentliches Merkmal der Wahrnehmung die Gestalt zu betrachten ist, die im Anschluß an die Empfindung und an die Einstellung auftritt. Des weiteren haben unsere Versuche mit der Methode der mehrdeutigen Figuren diese Ansicht bestätigt, da ja hier je nach der Einstellung in den meisten Fällen ganz verschiedene Wahrnehmungen bei völlig unverändertem Reizkomplex auftraten. Da es sich hier nicht um Veränderungen des Eindrucks handelt, sind die ganz verschiedenen Wahrnehmungen nur zu erklären, wenn die Empfindungen verschiedene subjektive Erlebnisse hervorrufen. Diese Erlebnisse bestehen, wie wir ausgeführt haben, nicht in hinzutretenden Vorstellungen, müssen aber doch von anschaulichem Charakter sein. Wir betrachten sie als relativ selbständige Bewußtseinsvorgänge besonderer Art[2]), über die wir allerdings noch nicht viel Näheres wissen, da die experimentelle Behandlung der Gestalten bis jetzt hinter der theoretischen zurückstand. Mögen nun die theoretischen Beweise für die Existenz von Gestalten als besonderen Bewußtseinsvorgängen noch so zwingend sein, so können sie die Überzeugung von deren Vorhandensein nur bewirken, wenn es auch gelingt, diese Vorgänge relativ gesondert zur Anschauung zu bringen[3]). Diese Aufgabe erfüllt das Darstellungsexperiment,

1) Dieser Versuch wird von Herrn Prof. Marbe in Vorlesungen und Demonstrationen ausgeführt.

2) C. Ehrenfels, Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Philosophie Bd. 14, 1890, S. 249 ff.

3) K. Bühler, Die Gestaltwahrnehmungen I, Stuttgart 1913, S. 10.

wie es von Baade[1]) bezeichnet wird. Zu solchen Darstellungsexperimenten, wie sie Marbe[2]) zuerst veröffentlicht hat, dürften sich hier neben Figuren von der Art unserer mehrdeutigen Figuren ganz besonders die von Rubin[3]) hergestellten Figuren eignen. Figur 5 zeigt eine solche Rubinsche Figur, die zwei

Figur 5.

beliebig wechselbare Wahrnehmungen ermöglicht. Wenn ein solches schwarzes oder weißes Feld als Figur aufgefaßt wird, das übrige als Grund, wenn also eine Gestalt auftritt, so sagt Rubin[4]): „Es geschieht etwas mit dem Grunde, wenn er dazu übergeht, Figur zu werden; man hat hier, wo es langsam geht, in besonderem Grade den Eindruck, daß es etwas Neues ist, das zu dem Felde hinzukommt, ... der erlebte Gegenstand wird, indem er gleichzeitig wechselt, bereichert. An Hand solcher Figuren ließe sich auch zeigen, daß die Gestalt nicht einfach

1) W. Baade, Archiv für die gesamte Psychologie Bd. 35, 1916, S. 1 ff.

2) K. Marbe, Experimentell-psychologische Untersuchungen über das Urteil, Leipzig 1901, S. 15 ff.; derselbe, Fortschritte der Psychologie Bd. 3, 1915, S. 39 ff.; vgl. auch W. Baade, Zeitschrift für Psychologie Bd. 79, 1918, S. 93.

3) E. Rubin, Visuell wahrgenommene Figuren, Berlin 1921. Zahlreiche Figuren im Anhang.

4) E. Rubin a. a. O. S. 36.

ein Phänomen der Aufmerksamkeit ist. Nach G. E. Müller[1]) geschieht nämlich die Bildung von Komplexen, worunter G. E. Müller Gestalten im Sinne W. Köhlers versteht[2]), auf Grund der kollektiven Auffassung bezw. der kollektiven Aufmerksamkeit. Nun sieht man aber schon aus der Betrachtung der Rubinschen Figuren (siehe z. B. Figur 5), daß die Gestaltbildung nicht einfach auf die Formel singuläre und kollektive Auffassung zu bringen ist, da man bei vielen Eindrücken Gestalten sehen kann, wo von einer Zusammenfassung von Teilen zu einem Ganzen nicht gut die Rede sein kann. So gelangt auch Rubin, der den Begriff der Aufmerksamkeit grundsätzlich vermeidet[3]), zu dem Ergebnis, daß mit Hilfe der Aufmerksamkeit es nicht zu erklären ist, warum ein Reizkomplex als Figur aufgefaßt wird[4]). Auch können Komplexe, wenn bei der Einprägung die Aufmerksamkeit streng auf die Teile gerichtet war, doch wiedererkannt werden[5]). Sie haben sich also als Komplexe im Bewußtsein geltend gemacht, ohne kollektive Beachtung erfahren zu haben. Ferner werden die Gestaltauffassungen, die bei Hemianopikern auch in der blinden Gesichtshälfte auftreten können, und die man hier als totalisierende Gestaltauffassung[6]) bezeichnet, beeinträchtigt und selbst zerstört, wenn die Aufmerksamkeit sich auf die Gestalt richtet[7]). Auch durch Augenbewegungen ist das Entstehen von Gestalteindrücken nicht ausreichend zu erklären[8]). Nähere Aufschlüsse über die Gestalten werden experimentelle, aber in hohem Maß auch pathologische Untersuchungen bringen können. Es sind vor allem die Erscheinungen der Seelenblindheit und Seelentaubheit, die hier in Frage kommen. Auf Grund der Betrachtung von Fällen von Seelenblindheit kommt Wilbrand[9]) schon zu Überlegungen, die wir als Andeutungen einer Lehre von den Gestalten betrachten können. So glaubt er, daß die

1) G. E. Müller, Komplextheorie und Gestalttheorie, Göttingen 1923, S. 1.
2) G. E. Müller a. a. O. S. 2.
3) E. Rubin a. a. O. S. IX.
4) E. Rubin a. a. O. S. 96 ff.
5) H. H. Keller, Zeitschrift für Psychologie Bd. 96, 1924, S. 29 ff.
6) W. Poppelreuter, Die psychischen Schädigungen durch Kopfschuß im Kriege 1914—16, Bd. I, Leipzig 1917, S. 149 ff.
7) W. Fuchs, Zeitschrift für Psychologie Bd. 86, 1921, S. 18.
8) K. Bühler a. a. O. S. 30.
9) H. Wilbrand, Die Seelenblindheit als Herderscheinung, Wiesbaden 1887, S. 72.

gegebenen isolierten Empfindungen geformt werden durch „eine rein psychische Potenz". Von dieser Potenz sagt Wilbrand: „Wir dürfen sie wohl als eine ganz besondere Tätigkeit von den übrigen Seelentätigkeiten unterscheiden und als diejenige auffassen, welche die sinnesanschaulichen Teile der Welt, die Körper eigentlich erst schafft und hervorbringt."[1]) In klarer Weise wird die Gestalt von Gelb und Goldstein[2]) zur Erklärung der Seelenblindheit herangezogen, welche sie als durch den Verlust der optischen Gestalten bedingt ansehen. Fuchs[3]) wies nach, daß eine totalisierende Gestaltauffassung auch beim Normalen bei der Ausfüllung des blinden Flecks vorkommt. Das Wiedererkennen knüpft sich nach Rubin nicht an die peripheren Prozesse an, sondern es ist abhängig davon, ob das umschlossene Feld oder das umschließende als Figur aufgefaßt wird[4]). Mit anderen Worten, das Wiedererkennen ist abhängig von der Gestalt.

Wir finden also als zweites wesentliches Merkmal der Wahrnehmung das Vorhandensein einer Gestalt. Sieht man sich noch nach weiteren wesentlichen Bestandteilen der Wahrnehmungen um, so findet man oft die Angabe eines gedanklichen Elements, einer Intention oder Beziehung in der Wahrnehmung.

So führt z. B. Specht[5]) aus, daß bei allem Wechsel der Wahrnehmungsinhalte doch der Gegenstand derselbe bleibe, daß z. B. eine Streichholzschachtel, wie wir sie auch drehen mögen, immer als derselbe Gegenstand erscheint; es sei auch in der Anschauung das mitgegeben, was nicht unmittelbar gesehen wird. Nach Messer[6]) ist in der Wahrnehmung auch ein Wissen um den Gegenstand mitgegeben. Sofern man nur den Begriff des Wissens im üblichen Sinne faßt, ist aber, wie Marbe[7]) ausführlich gezeigt hat, ein Wissen niemals im Bewußtsein, also auch nicht in der Wahrnehmung gegeben. Es ist ferner zu beachten, daß wenn man in der Wahrnehmung ein Wissen oder

---

1) H. Wilbrand a. a. O. S. 73; vgl. auch E. Rubin a. a. O. S. 94.

2) A. Gelb u. K. Goldstein, Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie Bd. 41, 1918, S. 1 ff.

3) W. Fuchs a. a. O. S. 126 ff.

4) E. Rubin a. a. O S. 27.

5) W. Specht, Wahrnehmung und Halluzination, Leipzig und Berlin 1914, 1912, S. 274.

6) A. Messer, Psychologie, Stuttgart 1922, S. 52.

7) K. Marbe, Fortschritte der Psychologie Bd. 3, 1915, S. 32 ff.

gar einen logischen Akt[1]) als wesentlichen Faktor behauptet, man auch den Tieren die Fähigkeit zu logischen Akten zusprechen müßte, da nach experimentellen Untersuchungen von Szymanski[2]) die Hühner nicht nur sehen, sondern auch wahrnehmen. Auch hat Baade[3]) die Ansichten von Messer ausführlich zu widerlegen versucht. Da sich die besagte Lehre durch unsere Ergebnisse auch nicht stützen läßt, betrachten wir zusammenfassend als wesentliche Faktoren der Wahrnehmung die Empfindung, Einstellung und Gestalt. Im allgemeinen ist die Gestalt durch Art und Weise der gegebenen Empfindungen bestimmt, in vielen Fällen wirkt jedoch die Empfindung nur auslösend und die Einstellung hingegen bestimmend auf die Gestalt, wie unsere gesamten Ausführungen bis jetzt zur Genüge zeigten. Allgemein können wir nun das Wesen der Wahrnehmung darin finden, daß sich an die Empfindung mehr oder weniger von der Einstellung abhängige Gestalten anschließen. Diese Faktoren sind als wesentlich für alle Vorgänge des Wahrnehmens, Erkennens und Verstehens zu betrachten, wobei je nach der Höhe der Stufe des Erkennungsvorganges die Empfindung weniger und die Einstellung mehr von Einfluß wird. So ist z. B. für das Lesen und das Verstehen die Einstellung besonders von Wichtigkeit. Natürlich können sich an alle Wahrnehmungen auch andere Bewußtseinsvorgänge anschließen. So insbesondere beim Wiedererkennen, und für das bestimmte Wiedererkennen wird die Notwendigkeit gewisser Vorstellungen nicht zu bestreiten sein. Daß eine Wahrnehmung zum Wiedererkennen wird, hängt in weitem Umfang aber von der Einstellung ab. So kann z. B. keine Rede davon sein, daß ich mein Buch, was ständig vor mir liegt, dauernd wiedererkenne, daß es mir bekannt vorkommt, sondern ich nehme es schlechthin wahr. Sehe ich aber dasselbe Buch in einer Buchausstellung etwa, so wird es mir, sobald ich es erblicke, bekannt vorkommen. Der Einfluß der Einstellung auf die Wahrnehmung eines Gegenstandes ist nun so zu denken, daß die Wahrnehmung je nach der Art der Einstellung nicht nur begünstigt, sondern auch gehemmt werden kann. So ließen sich auch die Vor-

---

1) H. Maier, Psychologie des emotionalen Denkens, Tübingen 1908, S. 166.

2) J. S. Szymanski, Zeitschrift für angewandte Psychologie Bd. 17, 1920, S. 134 ff.

3) W. Baade, Göttingische gelehrte Anzeigen 178. Jahrg., 1916, S. 60 ff.

gänge des Nichterkennens, des falschen Wiedererkennens und des Nichtverstehens[1]) als abhängig von der Einstellung erweisen. Wahrscheinlich sind auch die verschiedenen Grade der Realität bei der Wahrnehmung, Halluzination, Pseudohalluzination, Vorstellung und den Traumerlebnissen von der Einstellung abhängig[2]).

VI. Zusammenfassung.

Es seien die hauptsächlichsten Ergebnisse unserer Untersuchungen zusammengefaßt:

1. Auf Grund einer bestimmten Einstellung lassen sich in weitem Umfange experimentell optische Illusionen erzeugen.

2. Es konnte die Beteiligung einer Reihe objektiver und subjektiver Faktoren beim Zustandekommen der Illusionen festgestellt werden:

a) Diese durch die Einstellung bedingten Illusionen traten auch auf bei gespannter Aufmerksamkeit und relativ langer Beobachtungsdauer.

b) Zwischen der Sehfähigkeit und der Häufigkeit der optischen Illusionen erwies sich kein Zusammenhang.

c) Wenn eine Illusion einmal aufgetreten ist, so ist es relativ gleichgültig, ob der zugrundeliegende Gegenstand deutlicher wird.

d) Für das Auftreten von Illusionen überhaupt ist die Helligkeit von Bedeutung. Bei größerer Helligkeit treten weniger Illusionen auf.

e) Die Illusionen einer Vp. sind um so zahlreicher, je kürzere Zeit sie auf das Beobachten verwendet.

f) Je stärker das Beharren bestimmter Illusionen ist, um so größer ist ihre Häufigkeit.

g) Bei einfachen Gegenständen und langer Beobachtungsdauer zeigen die Illusionen der Kinder gegenüber denen der Erwachsenen eine sehr große Tendenz zur Beharrung.

h) Unter gewissen Bedingungen sind die Illusionen bei den Kindern zahlreicher als bei den Erwachsenen, es können

---

1) Ein treffendes Experiment hierfür gibt K. Koffka, Bericht über den 4. Kongreß für experimentelle Psychologie in Innsbruck, Leipzig 1911, S. 239ff.

2) K. Koffka, Die Analyse der Vorstellungen und ihrer Gesetze, Leipzig 1912 S. 274.

aber unter besonderen Bedingungen die Illusionen der Erwachsenen denen der Kinder an Zahl gleichkommen.

3. Die Illusionen sind in ihrem Auftreten von der Art der zugrundeliegenden Gegenstände abhängig.

a) Wenn es sich um Illusionen geometrischer Formen handelt, so werden gewisse Figuren in der Häufigkeit der Illusionen bevorzugt.

b) Je mehr die Figur, auf welche die Vp. eingestellt ist, der objektiv gegebenen nahe kommt, um so häufiger tritt eine Illusion auf.

c) Bei Illusionen, die an einem sich bewegenden Bildstreifen auftreten, zeigen auch gewisse Teile eine Bevorzugung in der Häufigkeit der Illusionen.

Die Bevorzugung eines Bildteils ist um so größer, je wahrscheinlicher das Vorhandensein des in der Illusion gesehenen Gegenstandes an der Stelle ist.

4. Unter verschiedenen Bedingungen ist die Verteilung der Anzahl der Illusionen auf die einzelnen Vpn. eine verschiedene. Die Vpn., die am meisten bzw. am wenigsten Illusionen erleiden, sind nicht dieselben, wenn die Erzeugung der Illusion mit verschiedenen Methoden geschieht.

5. Die Zahl der Illusionen ist bei den einzelnen Vpn. außerordentlich verschieden und hängt zum Teil von gewissen intellektuellen Eigenschaften ab.

6. Bei gewissen Figuren, die an sich zwei verschiedene Auffassungen erlauben, hängt die jeweilige Art der Auffassung von der Einstellung ab.

Zum Schlusse möchte ich Herrn Professor Marbe und Frl. Dr. M. Schorn für die Stellung des Themas und die Förderung der Arbeit meinen besten Dank aussprechen.

(Eingegangen am 16. Februar 1925.)

(Aus dem Psychologischen Institut der Universität München.)

Experimentelle und theoretische Untersuchungen zum Weber-Fechnerschen Gesetz.

Von

R. Pauli und A. Wenzl.

Mit 3 Figuren im Text.

Inhaltsübersicht.

Seite

A. Experimenteller Teil. 400
1. Vorbemerkungen 400
2. Über die Erfahrungsgrundlagen des Weber-Fechnerschen Gesetzes . 401
3. Methodisches 404
4. Das Webersche Gesetz im Bereiche des Drucksinnes 417
1. Stand der Untersuchung 417
2. Neue Versuche über das Verhalten der Unterschiedsempfindlichkeit beim Drucksinn 420
5. Das Webersche Gesetz im Bereich des Geschmacksinnes 428
6. Zusammenfassung 435

B. Theoretischer Teil.
1. Mathematische Voraussetzungen 440
2. Auffassungsmöglichkeiten des Weberschen Gesetzes 441
A. Psychologische Deutung 441
B. Physiologische Auffassung 443
I. Formale Darstellung in Analogie zum Ohmschen Gesetz . . 443
II. Kausale Erklärung aus Elementarvorgängen 443
1. Auf Grund von Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen . . . 443
2. Auf Grund physikochemischer Gesetze 444
3. Diskussion vorhandener Ansätze 447
1. Wertheim Salomonson 447
2. Schjelderup 449
3. Pütter 451
4. Lehmann 456
5. Koehler 461
6. Lasareff 462
Zusammenfassung 464

Seite
4. Empirisches Material 465
1. Maximalzeit 465
2. Die neueren experimentellen Ergebnisse über die Unterschiedsempfindlichkeit 469
3. Physiologisches Material, Aktionsströme 470
5. Der Relativitätssatz und sein Zusammenhang mit dem Weberschen Gesetz 472
1. Für höhere psychische Leistungen, speziell Gedächtnisleistungen 472
2. Für biologische Vorgänge 476
a) Reizbarkeit von Pflanzen 476
b) Produktionsgesetz 479
c) Wachstumsgesetz 481
Zusammenfassung 485
Quellennachweise 491

A. Experimenteller Teil.

1. Vorbemerkungen.

Die nachstehende Arbeit ist eine Fortsetzung der von H. Dingler und R. Pauli veröffentlichten »Untersuchungen zu dem Weber-Fechnerschen Gesetze und dem Relativitätssatz« (2). Letztere ihrerseits gehen aus von der Schrift »Über psychische Gesetzmäßigkeit, insbesondere über das Webersche Gesetz«, die der eine von uns herausgegeben hat (38). Die drei Arbeiten bilden also ein zusammenhängendes Ganzes: ein Umstand, der bei der Beurteilung der vorliegenden Untersuchung nicht übersehen werden darf. Die Hauptpunkte, die ihr als Richtschnur dienen und die in den vorangegangenen Veröffentlichungen näher behandelt werden, sind:

1. Eine physiologische Erklärung des Weber-Fechnerschen Gesetzes in Gestalt einer Ableitung aus dem Massenwirkungsgesetz oder aus osmotisch-elektrolytischen Vorgängen. Eng damit verknüpft ist die Frage nach einer geeigneten mathematischen Fassung des Reiz-Empfindungszusammenhanges.

2. Eine erweiterte Auffassung des psychophysischen Gesetzes und gleichzeitige Übertragung auf verwandte psychologische und biologische Tatsachen, so daß sich daraus der Relativitätssatz ergibt: Die meßbaren Abhängigkeitsbeziehungen, die im Bereiche der körperlichen wie geistigen Reizbeantwortungs- und Wachstumsvorgänge auftreten, tragen in weitem Umfange einen einheitlichen Charakter, d. h. eine biologische Größe der genannten Art ändert sich mit der Variablen derart, daß sie erst schnell, dann erheblich langsamer einem empirischen

Höchstwert zustrebt, im Sinne etwa der logarithmischen Kurve (38,2).

Zweck der nachfolgenden Darlegungen ist einmal, die Erfahrungsgrundlagen des Gesetzes zu prüfen und die Ergebnisse neuer Versuche mitzuteilen, sodann, im Anschluß daran, die mathematisch-theoretischen Fragen zu beleuchten.

2. Über die Erfahrungsgrundlagen des Weber-Fechnerschen Gesetzes.

Eine Erörterung des psychophysischen Gesetzes hat davon auszugehen, daß es sich um eine Tatsachenfrage handelt. Das ist auch bei den theoretischen Problemen von mathematischer Natur zu bedenken, die mit dieser Gesetzmäßigkeit verknüpft sind. Nachdem sie schon gelegentlich ihrer Entdeckung eine wesentliche Rolle gespielt haben, beanspruchen sie gegenwärtig wieder erhöhte Bedeutung. Drei Momente kommen dabei namentlich in Frage:

Erstens die kürzeste und vollständigste Beschreibung der Beobachtungsreihen, mit anderen Worten: eine haltbare mathematische Formel.

Zweitens deren Ableitung aus bekannten chemisch-physikalischen Gesetzen, die dem physiologischen und damit dem psychischen Geschehen zugrunde liegen, eine physiologische Deutung des Weber-Fechnerschen Gesetzes natürlich vorausgesetzt.

Drittens im Zusammenhange damit die Würdigung der zahlreichen Analoga zu dieser Gesetzmäßigkeit in formaler und kausaler Hinsicht.

Da die Klärung dieser Fragen bei dem Weberschen Gesetze im engeren Sinne einzusetzen hat, so müssen zunächst dessen Grundlagen ins Auge gefaßt und auf ihre Eignung zur Aufstellung von Formeln geprüft werden. Voraussetzung in dieser Beziehung sind einwandfreie Beobachtungsreihen, dazu Vollständigkeit des Tatsachenmaterials. Letzterer wäre Genüge getan, wenn einmal jedes in Betracht kommende Sinnesgebiet bearbeitet wäre; wenn weiter die einzelnen Qualitäten, insbesondere die Hauptqualitäten, Berücksichtigung gefunden hätten, und zwar in dem praktisch möglichen Bereich der Intensitätsskala; und wenn schließlich die Wirkung verschiedenartiger, auch inadäquater Reize für ein und dieselbe Qualität

feststünde. Tatsächlich ist die Forschung von diesem Ziele immer weit entfernt gewesen und hat insbesondere in den letzten Jahrzehnten keinen nennenswerten Fortschritt aufzuweisen. Einzelne Sinnesgebiete sind bis jetzt ganz vernachlässigt geblieben, z. B. der Geschmack- und der Geruchsinn, ferner die Kalt-, Warm- und die Schmerzempfindungen. Die eigentlichen Untersuchungsgebiete beschränken sich auf Druck-, Gehör- und Lichtsinn, wozu noch Raum- und Zeitstrecken kommen. Dabei ist innerhalb dieser Bereiche von Vollständigkeit nicht die Rede. Das gilt von der Reizstärke und besonders von den verschiedenen Erregungsmöglichkeiten der einzelnen Qualitäten. Als bemerkenswert ist unter diesem Gesichtspunkte nur eine Arbeit von Leontowitsch hervorzuheben, der das Gesetz mittels elektrischer Reizung der Haut nachgewiesen hat (34). Die akustischen Untersuchungen haben sich auf Geräuschempfindungen beschränkt, abgesehen von einer neueren, unveröffentlichten Untersuchung Schumanns, die auf W. Köhlers Veranlassung ausgeführt worden ist (23).

Die Lücken wären minder fühlbar, wenn das Vorliegende in methodischer Hinsicht einwandfrei dastände. Gemeint ist eine Form der Reizung, die allen anatomisch-physiologischen Ansprüchen gerecht wird und sich die Fortschritte der psychophysischen Methodik bei der Untersuchung und der Auswertung zunutze macht. Gemessen an diesen Maßstäben, läßt sich gegenwärtig kaum eine Untersuchung nachweisen, die allen Anforderungen gerecht wird. Die zurzeit maßgebenden Arbeiten liegen bereits mehrere Jahrzehnte zurück, insbesondere die von A. König über die Unterschiedsempfindlichkeit beim Gesichtssinn, sodann die Strattonsche Drucksinnuntersuchung (24, 25, 51). Beide werden vorzugsweise den heutigen Erörterungen zugrunde gelegt, trotzdem sie zu verschiedenen Einwänden Anlaß geben. König berücksichtigt noch nicht den Adaptationszustand, der fraglos als wesentliche Versuchsbedingung angesehen werden muß. Dafür sprechen allgemeine Gründe, das zeigen auch die Versuche von W. Stern (50), Schirmer (48), Johansson und Petrén (17a, 40a) sowie von Garten (10), wiewohl sie keinen abschließenden Charakter tragen. Immerhin steht fest, daß mindestens für geringe Lichtstärken und die zugehörige Unterschiedsempfindlichkeit die Adaptation von Belang ist, die Frage demnach eine eingehende Untersuchung verlangt. Ein weiterer Nachteil — nicht nur bei Kö-

nig, sondern auch bei seinen Nachfolgern — ist die Vernachlässigung des Pupillenspiels. Nachdem sich gelegentlich von Sehschärfebestimmungen der Einfluß der Pupillenweite auf die Helligkeitsempfindung ergeben hat, muß für Ausschaltung dieser Variablen gesorgt werden in Gestalt einer künstlichen Pupille (16). Ihr Durchmesser wäre so klein zu wählen, daß die natürlichen Schwankungen ganz herausfallen. Ein dritter Umstand, der noch der Klärung harrt, ist die Größe der gereizten Netzhautfläche. Die seitherigen Angaben, die ebenfalls nur vorläufigen Charakter tragen, lassen eine starke Abnahme des Unterscheidungsvermögens bei Verkleinerung der Reizfläche erkennen, entsprechend den Erfahrungen beim Drucksinn (53). Endlich bedarf es noch eingehender vergleichender Versuche um die geeignetste Beobachtungsform in Gestalt des Simultan- oder des Sukzessivvergleiches zu ermitteln und so die Störungen durch Kontrast zu beseitigen. Aus alledem geht hervor, daß von einem Abschluß der Forschung, soweit sie das Webersche Gesetz im Bereiche der Lichtempfindungen betrifft, keine Rede sein kann.

Ein Gleiches gilt von dem Drucksinn. Es ist nicht berechtigt, die Versuche Strattons als maßgebend anzusehen in dem Sinne, wie es gegenwärtig noch geschieht (1, 41). Denn bei ihnen war die Reizfläche ganz willkürlich abgegrenzt, ebenso ihre Lage ausgewählt, abgesehen davon, daß höhere Reizstärken nicht verwandt worden sind. Auf die Druckpunkte und die Summationserscheinungen, die sich bei deren gleichzeitiger Reizung geltend machen, ist keine Rücksicht genommen.

Vom psychophysischen Standpunkt aus betrachtet, erfüllen diese Untersuchungen ebenfalls verschiedene Anforderungen nicht. Als solche ist in erster Linie strenge Unwissentlichkeit des Verfahrens zu bezeichnen, wie sie allein die Konstanzmethode (Methode der richtigen und der falschen Fälle) verbürgt. Die genannten Arbeiten verwenden die Grenz- und die Herstellungsmethode, offenbar der bequemeren Handhabung wegen. — Ferner ist zu verlangen, daß bei der Auswertung dem Fortschritte Rechnung getragen wird, der durch die Bestimmung der Idealgebiete für die Urteilsarten gemacht worden ist: in Gestalt der Spearman-Wirthschen Formel, vgl. S. 408 (40). Bereits in seinen »Gesichtspunkten und Tatsachen der psychophysischen Methodik« hat G. E. Müller auf die Vorteile dieser Berechnungsweise hingewiesen.

Zusammenfassend muß festgestellt werden: alle gegenwärtigen mathematischen und theoretischen Gedankengänge im Anschluß an das psychophysische Gesetz entbehren einer wirklich zureichenden experimentellen Grundlage. Das gilt im Hinblick auf die Lücken wie auch auf die Mängel des vorliegenden Materials. Diese Nachteile machen sich besonders bemerkbar bei den Bemühungen um eine einwandfreie Formel, die im Sinne von Ebbinghaus als Bildungsgesetz der Beobachtungsreihen gelten könnte: etwa wenn es sich darum handelt, zwischen der Exponentialfunktion oder dem Logarithmus eine Entscheidung zu treffen. Es hat keinen Sinn — wie es immer wieder geschieht — den Wert einer Formel erhärten zu wollen durch den Nachweis ihrer Anwendbarkeit auf Beobachtungen, die ihrerseits zu beanstanden sind. Es ist z. B. für Pütters Formel keine Stütze, daß man mit ihrer Hilfe die veralteten Ergebnisse Königs darzustellen vermag (1, 24, 25). Man kann es verstehen, daß ein Forscher wie Wertheim-Salomonson angesichts der geschilderten Unsicherheit ganz auf die Ergebnisse psychophysischer Untersuchungen verzichtet und seine Formel mit den Tatsachen der Nerven- und Muskelphysiologie begründet (52). Andererseits wird dadurch die Unhaltbarkeit der Lage beleuchtet: der mathematische Ausdruck für die Tatsachen des Weber-Fechnerschen Gesetzes läßt sich durch diese selbst nicht bestätigen, weil sie bei dem gegenwärtigen Stande der Untersuchung keine ausreichende Gewähr bieten. Bevor daher auf den eigentlichen Gegenstand der Arbeit eingegangen wird, soll über neuere Versuche berichtet werden, die im Sinne der oben aufgestellten Forderungen die Unterschiedsempfindlichkeit behandeln.

3. Methodisches.

Die erschöpfende Untersuchung des Weberschen Gesetzes nach den Verschiedenheiten von Modalität, Qualität und Reizart bedeutet eine weitausschauende Aufgabe, die nur vermittelst zahlreicher Einzelarbeiten im Laufe der Zeit gelöst werden kann. Unter diesen Umständen empfiehlt es sich, zunächst mit den grundsätzlichen Fällen zu beginnen, d. h. für jeden mindestens ein Beispiel in Form zweier vergleichbarer Einzelwerte beizubringen, um danach erst zu den übrigen gleichartigen Aufgaben überzugehen. Läßt man sich von diesem Gesichtspunkte leiten, so ergeben sich bestimmte Mindestforderungen:

1. Es müssen für wenigstens zwei Sinnesgebiete vergleichbare Ergebnisse vorliegen.

2. Innerhalb einer Modalität ist mehr als eine Qualität (Hauptqualität) zu berücksichtigen.

3. Eine der verwendeten Empfindungsqualitäten ist durch mindestens zwei verschiedene Reizarten hervorzurufen: was — ebenso wie die zweite Forderung — nur unter bestimmten Verhältnissen zu verwirklichen ist.

Nach diesem Plane sind die Untersuchungen angelegt, über die im folgenden berichtet werden soll. Als Modalitäten wurden die Druck- und die Geschmacksempfindungen gewählt. Diese Zusammenstellung empfiehlt sich wegen der Verschiedenartigkeit der Umstände, die dadurch erfaßt werden. Der Drucksinn behauptet einen geschichtlichen Vorrang beim Nachweis des Gesetzes. Zudem ist er neuerdings Gegenstand der Untersuchung gewesen: in einem Sinne, der dem jetzigen Stande der Forschung gerecht zu werden versucht; dabei sind allerdings keine übereinstimmenden Ergebnisse erzielt worden. Also, auch die besonderen Verhältnisse lassen hier eine Nachprüfung des Gesetzes erwünscht erscheinen. Der Geschmacksinn dagegen wurde gewählt, um eine Lücke in der Forschung auszufüllen; denn er ist seither ganz zurückgetreten. Er gehört ferner im Gegensatz zum Drucksinn zu den sogen. chemischen Sinnen, so daß auch dieser Verschiedenheit Rechnung getragen wird. Gerade, weil auf diesem Gebiete unsere Kenntnisse noch lückenhaft sind, andererseits bestimmte Grundqualitäten vorliegen, wurden hier die beiden letzten der eingangs erwähnten Forderungen berücksichtigt: einmal die Verschiedenheit der Qualität in Gestalt von Süß und Salzig; diese beide Geschmacksarten lagen nahe, weil man bei ihnen ausnahmsweise den gesamten Intensitätsbereich erfassen kann. Sodann wurde die Süßempfindung erstens durch Rohrzucker, zweitens durch Saccharin erzeugt: damit war auch dem Unterschiede der Erregungsbedingungen Rechnung getragen.

Wenn die verschiedenen Einzelergebnisse, d. h. die Unterschiedsschwellen vergleichbar im strengen Sinne sein sollen, so müssen sie nach dem gleichen Untersuchungs- und Auswertungsverfahren gewonnen werden, mit anderen Worten: die Einheitlichkeit der Methodik ist durchgehends zu wahren. Dieser Gesichtspunkt verdient hervorgehoben zu werden, weil seine Verwirklichung einen Fortschritt in empirischer und theoretischer

Hinsicht bedeutet. In den Auseinandersetzungen über die Theorie des Weberschen Gesetzes spielt bekanntlich die Verschiedenheit der Werte für $\frac{dR}{R}$ bei den einzelnen Sinnesgebieten eine Rolle (38). Die Tatsache, daß die Unterschiedsempfindlichkeit für Helligkeiten etwa $\frac{1}{100}$ beträgt, für die Stärke von Druckempfindungen dagegen nur $\frac{1}{25}$, ist zugunsten einer physiologischen Deutung in Anspruch genommen worden. Nicht mit Unrecht hat man nämlich gesagt, daß sie aus dem bloßen Verhalten der Apperzeption (des Vergleichsurteiles) nicht verständlich zu machen sei.

Diese quantitativen Verschiedenheiten stehen bis jetzt nur angenähert fest; denn es läßt sich im einzelnen nicht nachweisen, inwieweit sie durch die Unterschiede der Modalität oder durch die der jeweiligen Methodik bedingt sind. Fallen letztere fort, so müssen sich genaue Konstanten errechnen lassen, nicht allein für die Modalitäten, sondern auch für die Qualitäten jedes einzelnen Sinnes. Ein solches Ergebnis würde der Theorie feste Anhaltspunkte und bestimmte Fragestellungen liefern. Die physiologische Deutung, die bereits in das Stadium mathematischer Deduktion getreten ist, stünde, die Art der chemischen Reaktion vorausgesetzt, vor der Aufgabe einer Ableitung dieser Konstanten und Unterschiedskonstanten aus den Voraussetzungen und umgekehrt: letztere würden selbst näher bestimmt. Damit ist der künftigen Forschung ein Ziel und ein Weg gezeigt.

Es sind nun die Grundzüge der Methodik anzugeben, die übereinstimmend bei sämtlichen Versuchen angewandt wurde. Im Hinblick auf die Unwissentlichkeit wurde das Konstanzverfahren gewählt, und zwar mit möglichst häufigem Wechsel der Reizstufen. Die Darbietung der beiden Vergleichsreize erfolgte nacheinander. Zwischen je zwei Vergleichen lag eine Pause von etwa einer Minute, die im Bedarfsfalle bis auf drei Minuten verlängert wurde. Die einzelne Versuchsreihe beruhte auf neun Stufen des veränderlichen Reizes, die durch gleichen Abstand getrennt waren. Die Zahl Neun ergab sich so: abgesehen von der Stufe, die mit dem Normalreize zusammenfiel, waren je vier vorhanden, die kleiner, und je vier, die größer waren. Die Größe der Reizstufen wurde in der

Form bestimmt, daß man in Vorversuchen einen Reiz ermittelte, der als sicher stärker wie der Normalreiz gelten mußte: meist ungefähr das Doppelte von dessen Betrag. Der so festgestellte Reizabstand, durch vier geteilt, ergab die Reizstufe für den oberen wie für den unteren Skalenbereich. Prozentisch genommen bedeutet das, daß die Reizabstände beim Anstieg kleiner waren als bei der Abnahme.

Wenn die Vp. ausnahmsweise einen Endwert nicht richtig beurteilt hatte, so wurde die folgende Reizstufe, äußerstenfalls noch eine weitere in die Versuchsreihe einbezogen. Mit dieser Möglichkeit mußte hauptsächlich bei der Bestimmung der oberen Unterschiedsschwelle gerechnet werden, was offenbar mit der relativ geringeren Größe der Reizstufe zusammenhängt.

Die Versuchsreihen im einzelnen waren so zusammengestellt, daß die beiden möglichen Zeitlagen des Normalreizes gleichmäßige Berücksichtigung fanden: in einem Falle ging er dem Vergleichsreize voran, im anderen folgte er nach. Eine vollständige Reihe bestand demnach aus mindestens 18 Vergleichen (= 2·9). Beim Geschmacksinn konnte sie zumeist ohne Unterbrechung, d. h. innerhalb einer Versuchsstunde durchgeführt werden. Bei den Drucksinnversuchen mußte mit Rücksicht auf die durch ein Gipsmodell erzwungene ruhige Körperhaltung eine längere Pause nach je 9 Beobachtungen (also nach etwa 10 Minuten) eintreten.

In jedem Falle fand eine mehrmalige Wiederholung dieser Reihen statt, so daß auf die einzelne Reizstufe ein oder mehrere Dutzend Urteile entfielen, wenn auch nicht immer von jeder Vp. — Die Urteilsrichtunng war freigegeben entsprechend einer Forderung G. E. Müllers (36): d. h. es brauchte nicht regelmäßig der erste oder der zweite Reiz im Vergleich zum anderen bestimmt zu werden. Die Fragestellung ging vielmehr auf den stärkeren Reiz, sofern nicht der Gleichheitseindruck oder Unsicherheit an die Stelle trat.

Was die Reizgebung im einzelnen angeht, die bei dem Drucksinn einen erheblichen technischen Aufwand erfordert, bei dem Geschmacksinn durch den Grundsatz der Massenversuche gekennzeichnet war, so soll hier auf nähere Angaben verzichtet werden. Ausführliche Beschreibungen der dabei befolgten Verfahrungsweisen sind an anderer Stelle gegeben worden (39, 40).

Die Auswertung der Beobachtungsergebnisse geschah durchgängig an Hand folgender beiden Formeln zur Bestimmung der Idealgebiete:

$$S_o = \left(D_o + \frac{i}{2}\right) - \frac{\Sigma gr \cdot i}{n} - N$$

$$S_u = N - \left[\left(D_u - \frac{i}{2}\right) + \frac{\Sigma kl \cdot i}{n}\right]$$

S_o = obere, S_u = untere Unterschiedsschwelle, D_o = oberer, D_u – unterer Endwert des veränderlichen Reizes, i – Reizstufe, n – Zahl der auf jede Reizstufe entfallenden Urteile, N = Normalreiz (40).

Bei der Anwendung dieser Gleichungen ist eine nicht unwesentliche Frage, wie die Doppelurteile zu verwerten sind, die Gleichheits- mit Verschiedenheitsbeurteilung verbinden: »Gleich bis stärker«, »Etwas schwächer, vielleicht gleich« usw. Grundsätzlich lassen sich bei der Verwertung dieser Urteilsarten drei Möglichkeiten auseinanderhalten:

1. Nur die Verschiedenheit gilt, d. h. die betreffende Aussage wird ohne weiteres den Stärker- oder den Schwächer-Urteilen zugezählt: »Gleich bis stärker« – »Stärker«.

2. Nur die Gleichheit ist maßgebend: »Gleich bis schwächer« – »Gleich«.

3. Beide werden gerechnet, und zwar als 0,5 (in der üblichen Weise).

Welche Auffassung hier die zweckmäßigste ist — das Wort »richtig« scheint nicht am Platz — läßt sich nicht von vornherein sagen, nicht einmal, ob überhaupt eine bestimmte den Vorrang verdient. Dagegen wäre es möglich, daß die Berechnungsweisen selbst durch ihren Ausfall für die etwaige Brauchbarkeit Anhaltspunkte lieferten.

Zu dieser Frage kommt noch eine andere. Sie betrifft den Unterschied zwischen richtigen und falschen Urteilen. Für die genannten Formeln kommt er zunächst nicht in Betracht. Es wird also vorausgesetzt, daß die für ein Urteilsgebiet — für die Stärker-Urteile etwa — zufällig ausfallenden Aussagen annähernd ersetzt werden durch die zufällig dazukommenden. Dabei bleibt es dahingestellt, ob die letzteren richtig oder falsch sind (vgl. die Figur 1).

Daß es Fälle dieser Art gibt, soll nicht bestritten werden. Wenn aber erhebliche einseitige Bevorzugung eines Reizes auf-

tritt, wie es beim Sukzessivvergleich nicht ausgeschlossen ist, so erscheint die unterschiedslose Gleichstellung von richtigen

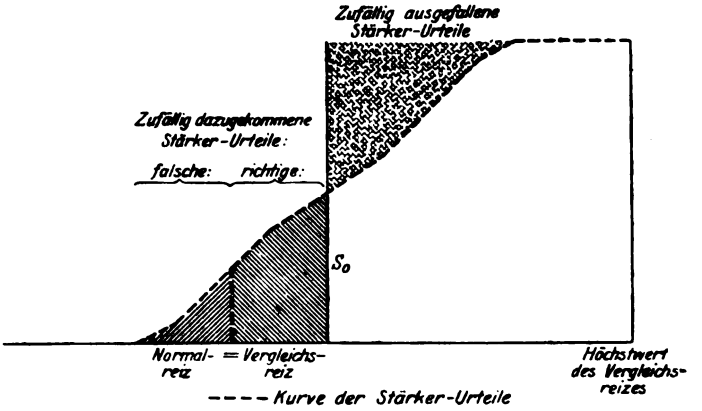


Fig. 1.

Zusammenstellung 1.

Berechnungsart:		Vp. A		Vp. B		Mittelwerte für		
		1. Reiz k	2. Reiz k	1. Reiz k	2. Reiz k	Vp. A	Vp. B	A u. B
$\frac{dR_o}{R}$ für 5 g	Teilung d. Doppelurteile: 0,5 . .	2,90	— 0,25	1,75	0,75	1,82	1,25	1,29
	Gleichheitsbewertung	3,00	0 50	2,00	1,25	1,75	1,68	1,69
	Verschiedenheitsbewertung . . .	2,75	[illegible],00	1,50	— 0,75	0,88	0,88	0,63
	Richtigkeit mit Teilung	3,00	0,75	2,00	1,40	1,88	1,70	1,79
	Richtigkeit mit Gleichheit . . .	3,00	1,00	2,25	1,50	2,00	1,88	1,94
	Richtigkeit mit Verschiedenheit	3,00	0,50	1,75	1,25	1,75	1,50	1,63
$\frac{dR_u}{R}$ für 5 g	Teilung d. Doppelurteile: 0,5 . .	— 0,60	1,75	— 0,10	1,75	0,58	0,88	0,71
	Gleichheitsbewertung	0,50	2,00	— 0,25	2,25	1,25	1,00	1,13
	Verschiedenheitsbewertung . . .	— 1,75	1.50	— 0,50	1,25	— 0,13	0,38	0,13
	Richtigkeit mit Teilung	1,10	1,75	1,00	2,00	1,43	1,50	1,47
	Richtigkeit mit Gleichheit . . .	1,50	2,00	1,25	2.50	1,75	1,88	1,82
	Richtigkeit mit Verschiedenheit	0,75	1,50	0,75	1,50	1,13	1,13	1,13

und falschen Verschiedenheitsurteilen nicht mehr berechtigt. Zum mindesten ist eine vergleichende Berechnung angezeigt, die sich nur auf richtige Urteile bezieht und eine Prüfung dieser Verhältnisse erlaubt.

Um Klarheit zu schaffen, wurden bei den Drucksinnversuchen sämtliche Auswertungsformen angewandt, die sich auf Grund dieser Erwägungen ergeben: nämlich sechs infolge der Verbindung beider Gesichtspunkte, der Bewertung von Doppelurteilen und der Unterscheidung von Richtig und Falsch. Der erste Umstand liefert die erwähnten drei Fälle, deren jeder zweimal in Betracht kommt: einmal bei einer Berechnungsweise, die alle Urteile nimmt, wie sie sind, sodann bei ausschließlicher Berücksichtigung der richtigen Aussagen (vgl. die Berechnungsarten in Zusammenstellung 1). Ein Vergleich der sechs Auswertungsformen führt übrigens durchgängig zu demselben Ergebnis. Die beiden Berechnungsarten, die ohne Trennung von Richtig und Falsch die Doppelurteile nach der Verschiedenheit — sei es ganz oder halb — bewerten, scheiden als unbrauchbar aus. Sie liefern nämlich öfters negative Zahlen, also ganz sinnwidrige Werte, wodurch u. a. ein völliger Mangel an innerer Übereinstimmung bedingt ist.

Die Auswertungen, die sich nur auf richtige Urteile stützen, erweisen sich frei von diesen Mängeln. Sie unterscheiden sich lediglich durch die Größe des betreffenden Schwellenwertes, je nachdem die Doppelurteile eingesetzt werden. Die Zahlenverhältnisse werden davon nicht berührt. Im Grunde genommen ist es demnach gleichgültig, wie man bei Richtigkeitsberechnung die Doppelurteile auffaßt. Trotzdem ist eine Form ausgezeichnet, nämlich die Gleichsetzung der Doppelurteile mit reiner Verschiedenheit. Sie liefert Ergebnisse, die auffallend übereinstimmen mit der dritten, noch verbleibenden Auswertung, die Richtig und Falsch nicht sondert und die Doppelurteile einfach als Gleichheiten nimmt. Es liegt darin der Beweis, daß die Doppelurteile der Zahl nach annähernd gleich sein müssen den abgegebenen falschen Aussagen; weiter, daß die letzteren, vermindert um die zugehörigen Doppelurteile ungefähr den richtigen Doppelurteilen gleichkommen (vgl. hierzu Abb. 1).

Wie diese Übereinstimmungen zu erklären sind, mag hier dahingestellt bleiben. Die Tatsache als solche genügt.

An Stelle des gesamten Zahlenmateriales soll nur ein Beispiel mitgeteilt werden, aus dem der Sachverhalt zu entnehmen

ist (s. Zusammenstellung 1). Bemerkt sei noch, daß bei Richtigkeitsberechnung mit Verschiedenheitsbewertung die Übereinstimmung innerhalb der Zahlen auch insofern am günstigsten ist, als die individuellen Unterschiede weitgehend zurücktreten. Die im folgenden mitgeteilten Schwellenwerte sind auf Grund dieser Auswertungsform ermittelt. In besonderen Fällen, die als solche bezeichnet sind, ist auch die Gleichheitsberechnung angewandt, bei der Richtig und Falsch ungesondert bleiben.

Es fragt sich, welche Genauigkeit diesen Zahlen zukommt. Ein Maßstab hierfür läßt sich gewinnen durch eine Gegenüberstellung der Werte für S_u und S_o. Es liegt in der Natur der Sache, daß S_u gleich oder kleiner sein muß als S_o. Bei dem Drucksinn z. B. ist im Durchschnitt, d. h. ohne Rücksicht auf Reizstärke und Vp.: $S_u : S_o = 1 : 1{,}17$. Die mittlere Variation von 1,17 beträgt $\pm$ 37%. Der Abstand des größten und des kleinsten zugehörigen Wertes beläuft sich auf 126% (= 179% — 53%). Daraus ist zu entnehmen, daß dem Einzelwert nur eine geringe Sicherheit zukommt, und daß die Genauigkeit dieser Methodik gar nicht zu vergleichen ist mit derjenigen von naturwissenschaftlichen Verfahrungsweisen.

Wichtig ist nun der Einfluß der Häufung der Urteile auf Streuung der Werte. Bei Verdoppelung der Versuche (16 statt 8 für die Reizstufe) lauten die Zahlen so:

$$S_u : S_o = 1 : 1{,}14 \text{ (m. V.} = \pm 32\%)$$

Die Spannung der Endwerte ist diesmal gleich 113% (= 167% — 54%). Man sieht, daß eine Annäherung erzielt wird, doch ist ihr Ausmaß gering, so daß selbst von stärkster Häufung der Versuche — soweit sie sich verwirklichen läßt — kein völlig verändertes Bild erwartet werden kann.

Die Bedeutung dieser Maßstäbe erhellt besonders bei einem Vergleich mit einem anderen Sinnesgebiet, hier dem Geschmacksinn. Es ergeben sich nachstehende Werte dafür:

$$S_u : S_o = 1 : 1{,}28 \text{ (m. V.} = \pm 20\%)$$

Die Spannung der Endwerte beträgt 82% (= 156% — 74%). Hier liegen also günstigere Vergleichsbedingungen vor. Den Ergebnissen auf dem Gebiete des Geschmacksinnes kommt eine größere Zuverlässigkeit zu als den Unterschiedsschwellen des Drucksinnes: was u. a. mit der Verschiedenheit der verwandten Reizflächen zusammenhängt.

Im Anschluß an die vorstehenden methodischen Darlegungen sei ein Versuchsergebnis vorweggenommen, dem eine vorwiegend

Zusammenstellung 2.

Normalreiz	Zahl der richtigen Urteile bei		Zugehörige Gleichheitsfälle, beurteilt in	
	aufsteigendem Schritte	absteigendem Schritte	aufsteigendem Sinne	absteigendem Sinne
5 g	82	113	7	19
20 g	101	101	8	16
30 g	90	115	6	14
40 g	88	99	9	17
0,5″ Zeitabstand	99	98	11	13
2 ″ „	174 (87)[1])	227 (113)	12 (6)	38 (19)
6 ″ „	88	103	7	15

[1]) Die eingeklammerten Werte geben die Hälfte der davorstehenden Zahlen an, weil dadurch der Vergleich mit den darunter- und darüberstehenden Angaben einwandfrei, d. h. auf gleiche Anzahl von Urteilen bezogen wird. Letztere sind nicht angeführt, da sie für Reizstärke und für Zeitabstand jeweils gleich sind.

methodische Bedeutung zukommt. Es handelt sich um die Bevorzugung, d. h. Überschätzung des einen von beiden Reizen, wie sie beim Sukzessivvergleich zumeist beobachtet wird. Der Ausdruck Überschätzung ist hier in rein formalem Sinn zu verstehen. Man kann den Sachverhalt mit W. Köhler zweckmäßig auch so ausdrücken, daß man von der leichteren Erkennbarkeit des auf- bezw. des absteigenden Schrittes spricht (23). Aufsteigend heißt eine Reizfolge, bei welcher der schwächere von beiden Reizen vorangeht, während der umgekehrte Fall absteigend genannt wird. In jüngster Zeit sind diese Verhältnisse von Köhler einer eingehenden experimentellen bzw. theoretischen Untersuchung unterzogen worden und verdienen daher besondere Beachtung. Bei kurzdauernden Schallreizen fand sich — in Übereinstimmung mit älteren Arbeiten —, daß ein Reiz- bezw. Empfindungsunterschied bei aufsteigendem Schritt leichter erkannt wird als bei absteigendem (sogen. negativer Zeitfehler). Die Erscheinung ist nicht ausnahmslos. Ein bestimmter kleinerer Zeitabstand der Reize (1,5 Sek.) bedingt außer der Reihe ein Überwiegen der richtigen Urteile bei absteigender Reizfolge im Gegensatz zu Zeiten von weniger und mehr als 1,5 Sek. (3, 6 und 12 Sek.). Daneben spielen auch Übungs- und Gewöhnungseinflüsse eine Rolle, insofern mit zunehmender Versuchszahl die Unterschiede zwischen auf- und absteigenden Fällen geringer werden. Soweit der empirische Befund. Köhler legt großes Gewicht darauf,

daß es sich hier nicht um eine Besonderheit des Gehörssinnes handelt, sondern um eine allgemeine Gesetzmäßigkeit, die unabhängig von der Modalität der Empfindung auftritt. In dem Sinne führt er Ergebnisse von Gewichtshebungen nach Borak an, ferner für den Drucksinn die Arbeiten von Stratton und Kobylecki (vgl. die Zusammenstellung 5 S. 418) und für die Geschmacksempfindungen (genauer für Salzig) Angaben von Fodor und Happisch (6). Überall zeigte sich die Bevorzugung des aufsteigenden Schrittes.

Was den Geschmack- und den Drucksinn angeht, so haben die eigenen Versuche ein ganz anderes Bild ergeben, nämlich durchschnittlich die Überschätzung des ersten Reizes (sogen. positiver Zeitfehler). Die Einzelheiten — zunächst für den Drucksinn — sind aus der Zusammenstellung S. 14 zu entnehmen: das Verhältnis von richtigen Urteilen bei auf- und bei absteigendem Schritt, weiter die Beurteilung der Gleichheit im entsprechenden Sinne, beides endlich in Beziehung zur Reizstärke und zur Geschwindigkeit der Reizfolge. Im Ganzen ist das Überwiegen des absteigenden Falles offensichtlich. Ein Einfluß der Reizstärke läßt sich nicht mit Sicherheit aus den Zahlen entnehmen. Das verhindert die Unregelmäßigkeit — genauer die Gleichheit — bei 20 g (101 = 101); sonst würde die Erscheinung bei schwachen Reizen deutlicher auftreten als bei starken. Dafür spricht wenigstens die Sachlage bei Gleichheit der Reize. Die Ordnung der Werte nach dem Zeitabstand der Reize ergibt klar, daß der positive Zeitfehler nur oberhalb von 0,5 Sek. auftritt. Die letztere Pause ergibt Aufhebung jeder Bevorzugung, so daß bei weiterer Verkürzung dieser Zeitstrecke ein Umschlag erwartet werden darf in Richtung des negativen Zeitfehlers, wie er bei Stratton und Kobylecki tatsächlich aufgetreten ist. Bei beiden fand unmittelbare Folge der Reize statt.

Zusammenstellung 3.

Stufengröße des Vergleichsreizes	Zahl der Urteile in		Überschuß in Prozent
	aufsteigendem Sinne	absteigendem Sinne	
$\pm V_4$	117	122	4,3
$\pm V_3$	98	117	19,4
$\pm V_2$	82	99	27,3
$\pm V_1$	62	90	45,2
V_0	30	60	100,0

Befremdlich erscheint nur, daß nach der mittleren Geschwindigkeit (2 Sek.) nicht eine weitere Zunahme der Asymmetrie auftritt, wie man nach dem Übergang von 0,5 Sek. auf 2 Sek. erwarten sollte. Es tritt vielmehr eine Abschwächung auf, die sich allerdings leicht erklären läßt. Die Versuche mit mittlerer Geschwindigkeit sind zuerst durchgeführt worden; danach, in regelmäßigem Wechsel Beobachtungen mit ganz kurzem und ganz großem Zeitabstand. Die von Köhler beobachteten Übungs- und Gewöhnungseinflüsse sind auch hier anzunehmen. Der Rückgang bei 6 Sek. erscheint somit begreiflich.

Aus der folgenden Zusammenstellung — alle Reizstärken und Geschwindigkeiten zusammengenommen — ist der Einfluß des Reizunterschiedes zu entnehmen (S. 15). Mit V ist der Vergleichsreiz gemeint. Die Zahlenindex gibt den Abstand vom Normalreize in Stufen ausgedrückt an. V_0 bedeutet demnach Gleichheit, V_4 den größten Unterschied der Reizstärken. Die Stufen unter- und oberhalb des Nullabstandes sind jeweils zusammengenommen: das Minus- und das Pluszeichen bezieht sich auf den Normalreiz. Es kommt deutlich zum Ausdruck, daß mit wachsendem Reizabstande der Zeitfehler abnimmt, wie auch Köhler festgestellt hat und sich aus allgemeinen Gründen ergibt, denn von einer gewissen Verschiedenheit der Reize an wird in jedem Falle richtig geurteilt, eine Asymmetrie kann also nicht mehr auftreten.

Zusammenstellung 4.

Stufengröße des Vergleichsreizes	Versuchsverfahren: Unmittelbare Reizfolge			Versuchsverfahren: Zeitabstand von 6 Sek.			Versuchsverfahren; Zwischenschluck (Wasser)		
	Zahl der Urteile in auf-	absteigendem Sinn	Überschuß in %	Zahl der Urteile in auf-	absteigendem Sinn	Überschuß in %	Zahl der Urteile in auf-	absteigendem Sinn	Überschuß in %
$\pm V_4$	61	60	−1,7	58	60	3,4	65	65	0,0
$\pm V_3$	57	58	1,8	57	60	5,3	65	63	−3,1
$\pm V_2$	47	53	12,7	54	60	11,1	62	52	−16,1
$\pm V_1$	33	49	48,5	33	52	57,6	42	38	−9,5
V_0	9	22	144,0	15	25	66,6	22	21	−4,5

Sondert man die Zahl der Urteile entsprechend der Zusammenstellung 2 nach Geschwindigkeiten der Reizfolge, so ist das Bild für 2 und 6 Sek. das gleiche, bei 0,5 Sek. ergibt sich

ein schwaches Überwiegen bald in auf-, bald in absteigendem Sinne, so daß hier eine eindeutige Abhängigkeit von der Größe des Reizunterschiedes nicht zum Ausdruck kommt, entsprechend den Angaben der vorherigen Zusammenstellung.

Bei den Geschmacksversuchen hat sich Ähnliches wie bei dem Drucksinn ergeben. Zwei Schlucke — von jeder Lösung einer — wurden unmittelbar hintereinander genommen. Es kommt dabei ein durchschnittlicher Zeitabstand von etwa 1 Sek. in Frage. Bei dieser Form der Reizgebung ist die Bevorzugung des ersten Reizes durchgängig. Auf das Material für die Süßempfindung kann verzichtet werden, weil eingehendere Untersuchungen für Salzig vorliegen. Die Angaben der Übersicht (S. 414) beschränken sich auf den Einfluß des Reizunterschiedes entsprechend der Zusammenstellung 3 für den Drucksinn, ein Einfluß der Reizstärke war nicht nachweisbar. Bei unmittelbarer Folge — also, wenn die Spuren des ersten Reizes nicht beseitigt worden sind — zeigt sich eindeutig die Bevorzugung des absteigenden Schrittes. Sie bleibt bestehen, wenn ein Zeitabschnitt von etwa 6 Sek. dazwischengeschoben wird. Dieser Betrag wurde gewählt, einmal um den Vergleich mit den Drucksinnversuchen zu ermöglichen, sodann, weil er gleich dem Zeitaufwand ist, den im Durchschnitt ein Zwischenschluck erfordert. Letzterer hatte den Zweck, entsprechend dem Ausspülen des Mundes bei Fodor und Happisch die Spuren des vorangegangenen Reizes zu beseitigen. Dabei tritt die Asymmetrie im Sinne des aufsteigenden Schrittes zutage, wenn auch die sonst beobachtete Regelmäßigkeit hinsichtlich der Schrittgröße hier nicht zu bemerken ist. Die prozentische Verschiedenheit nimmt mit der Verringerung des Reizunterschiedes nicht zu.

Es fragt sich, worin die Ursache für die Umkehrung der Asymmetrie liegt, wenn ein Zwischenschluck genommen wird. Ohne ihn findet augenscheinlich eine Umstimmung des Sinnesorganes statt, die für die zweite Erregung nachteilig ist. Anders läßt sich der positive Zeitfehler bei unmittelbarer Folge und einer Zwischenzeit von 6 Sek. kaum begreifen. Beseitigt der Zwischenschluck die Spur des vorangehenden Reizes, so sind die Erregungsbedingungen für den zweiten Reiz wieder normal. Da aber keine bloße Aufhebung der Asymmetrie stattfindet, sondern nun eine Umkehrung eintritt, so muß der Zwischenschluck mehr bedeuten als nur die Wiederherstellung

der ursprünglichen Erregungsbedingungen. Der Zeitabstand von 6 Sek. als solcher ist offenbar nicht sehr wirksam, wie die betreffende Versuchsreihe beweist. So bleibt nur der Zwischenschluck an sich. Er stellt für alle Fälle eine Störung und Ablenkung der Vp. dar, wie auch die Selbstbeobachtung lehrt. Durch ihn wird der Eindruck der ersten Empfindung zweifellos beeinträchtigt. Daraus folgt die Überschätzung des zweiten Reizes bezw. die Begünstigung des aufsteigenden Schrittes. Einen Beweis für diese psychologische Deutung des negativen Zeitfehlers — wohl gemerkt: nur im vorliegenden Falle — liefert sein unregelmäßiger Gang mit wachsendem Zeitabstand (s. Zusammenstellung 4). Bei rein mechanisch-physiologischer Bedingtheit müßte man die sonst hier auftretende Gesetzmäßigkeit erwarten, nämlich Zunahme mit der Annäherung an die Gleichheit der Reize. Bei Fodor und Happisch sind die Störungen bei längerer Pause (15 Sek., mindestens aber 10) in Verbindung mit Umspülen und Auswerfen stark vermehrt. Bei anderer Gelegenheit hat sich herausgestellt, daß ein Zeitabstand von mehr als 6 Sek. bereits die Unmittelbarkeit des Vergleichs zu trüben vermag, um nur diesen einen Umstand hervorzuheben. Jedenfalls kann das Auftreten des negativen Zeitfehlers angesichts dieser Verhältnisse nicht überraschen. Daß im übrigen ein solches Verfahren der Beobachtungsgenauigkeit im Ganzen Abbruch tut, beweisen die großen Schwankungen im Gange der relativen Unterschiedsschwelle, wie sie Fodor und Happisch ermittelten. Das oben geschilderte Schluckverfahren führt zu weitaus günstigeren Ergebnissen (vgl. Abschnitt 5).

Aus allem geht hervor, daß die Asymmetrie zugunsten des aufsteigenden Schrittes, die Köhler bei Schallreizen, Borak bei Gewichtshebungen festgestellt hat, nicht ohne weiteres auf andere Sinnesgebiete übertragen werden darf, besonders nicht auf den Drucksinn, für den H. Schriever ebenfalls die Begünstigung des vorangehenden Reizes nachgewiesen hat.

Bei den Geschmacksversuchen mit negativem Zeitfehler ist eine psychologische Deutung versucht worden im Hinblick auf die Störung des ersten Eindruckes und damit des ganzen Vergleiches durch einen Zwischenreiz. Dabei ist noch eine andere Erklärungsmöglichkeit zu berücksichtigen. Man könnte denken, daß die Bevorzugung des aufsteigenden Schrittes durch einen

falschen Vergleich zustande käme, indem der zweite Reiz mit dem unmittelbar vorausgegangenen neutralen Wasser in Beziehung gesetzt würde. Eine entsprechende Überschätzung wäre dann ohne weiteres gegeben. Allein dem widerspricht die Selbstbeobachtung und auch der Ausfall der Versuche. Denn sie müßten unter diesen Umständen zu auffallend und gleichmäßig richtigen Urteilen führen, besonders bei stärkeren Reizen, was keineswegs der Fall ist.

Im ganzen zeigen die Tatsachen deutlich, daß die Urteilsasymmetrie beim Sukzessivvergleich physiologisch, d. h. durch die Erregungsverhältnisse des Sinnesorganes verständlich gemacht werden muß. Das beweist der positive Zeitfehler bei unmittelbarer und verzögerter Schluckfolge. Die Spuren des ersten Reizes verstärken den nachfolgenden nicht, sie verringern auch nicht einfach den Reizabstand, damit bleibt als einzige Möglichkeit nur die Umstimmung des Aufnahmeapparates. Darauf weisen auch die Befunde beim Drucksinn hin. Die Asymmetrie zugunsten des vorangehenden Reizes tritt erst bei einem gewissen Zeitabstande (2 und 6 Sek.) auf; also gerade dann, wenn aus psychologischen, d. h. aus Gedächtnismomenten heraus, dessen Abschwächung erwartet werden müßte. Die Tendenz zum negativen Zeitfehler bei schwindendem Zeitabstande der Reize spricht in gleicher Weise für eine physiologische Auffassung. In diesem entscheidenden Punkte hat Köhler zweifellos das Richtige getroffen, wenn auch seine Erklärung in ihrer Einheitlichkeit und Verallgemeinerung den hier mitgeteilten Tatsachen gegenüber in Schwierigkeiten gerät.

4. Das Webersche Gesetz im Bereiche des Drucksinnes.

1. Stand der Untersuchung. Die Feststellung von Druckpunkten und damit von einzelnen Sinnesorganen bedeutet für die Untersuchung der taktilen Unterschiedsempfindlichkeit eine neue Fragestellung. Es wird nämlich dadurch ermöglicht, die Abhängigkeit zwischen Reiz und Wahrnehmung der Empfindungsstärke unter den einfachsten Bedingungen zu erfassen. So ist es kein Zufall, daß die Nachprüfung des Weberschen Gesetzes unter diesem besonderen Gesichtspunkte gleichzeitig von verschiedenen Seiten her in Angriff genommen worden ist.

Eine Würdigung der neuesten Ergebnisse hat anzuknüpfen an ältere Untersuchungen, zumal letztere in vieler Hinsicht

noch maßgebend sind. Es handelt sich hauptsächlich um die Feststellung Strattons (51), daß innerhalb eines bestimmten Reizbereiches von 600 bis 1600 g/qcm die Konstanz im Sinne des Weberschen Gesetzes vorhanden ist (bei einer Reizfläche von 12,5 qmm an der kleinen Fingerbeere). Verkleinerung der Reizwerte bis auf 80 g/qcm ergab eine Zunahme der Unterschiedsschwelle, die mit sinkender Reizstärke immer deutlicher in die Erscheinung tritt (sog. untere Abweichung). Übrigens macht sich dieses Verhalten auch noch in der Gültigkeitszone bemerkbar, wiewohl sehr schwach: ein Umstand, der seither nicht hinreichend beachtet worden ist. Vgl. hierzu die Zusammenstellung 5; den Zahlen Strattons sind die Angaben einer älteren Untersuchung von J. Merkel gegenübergestellt, der noch mit nicht genau bestimmter Reizstelle und ebensolcher Fläche gearbeitet sowie aktive Bewegungen bei der Reizgebung vorausgesetzt hat, trotzdem aber zu verwandten Ergebnissen gekommen ist (35).

Die Frage nach der oberen Abweichung muß, soweit die Strattonschen Werte in Betracht kommen, unentschieden bleiben, da stärkere Reize als 1600 g/qcm nicht zur Verwendung gelangten. Insofern besitzt eine Fortführung seiner Untersuchung durch Kobylecki besonderen Wert, weil sie sich durch einen größeren Reizbereich auszeichnet (21). Der stärkste Druck Kobyleckis betrug bei einer Fläche von 28 qmm an behaarter Fingerstelle mehr als das Doppelte des früheren Höchstwertes, nämlich 3570 g/qcm. Der Gang der relativen Unterschiedsschwelle bleibt im übrigen unverändert. Das anfänglich starke Absinken wird allmählich so gering, daß sich wieder eine Gültigkeitszone ergibt. Sie liegt allerdings außer- und oberhalb des Strattonschen Bereiches, innerhalb dessen eine Verringerung der Weberschen Konstanten auch hier unverkennbar ist (Zusammenstellung 5). Wiederum fehlt ein erneuter Anstieg bei stärksten Druckreizen.

An diesen Tatbestand, besonders wie er bei Stratton vorliegt, knüpfen die Versuche Hansens an (15). Sie halten sich an den Geltungsbereich, behalten auch die übliche Methode der Minimaländerungen (Grenzmethode) sowie den seitherigen Sukzessivvergleich bei. Ein Unterschied besteht insofern, als jetzt zwischen beiden zu vergleichenden Reizen ein Zeitabstand eingeschaltet wird, und zwar von 6 Sek., während Stratton und Kobylecki an einer bestehenden Druckreizung plötzliche

Gatti			Schriever		Pauli und Wenzl
ach dem benutzten Reizhaar 0,003 — 0,048 mm²			0,001 mm² 2 Vpn.	0,1 mm² 2 Vpn.	0,1 mm² 2 Vpn.
= Vl)	1 Vp. (= Vl) $^1/_2(rS_o+rS_u)$	1 Vp. (= Vl) $^1/_2(rS_o+rS_u)$	$^1/_2(rS_o+rS_u)$	$^1/_2(rS_o+rS_u)$	$^1/_2(rS_o+rS_u)$
		0,14		0,73	
	0,19				
	0,14	0,14			
		0,16			
	0,14	0,15			
	0,15				
	0,14*	0,15			
		0,16			
*	0,15	0,15			
	0,15				
	0,14				
				0,34	
					0,23
				0,29	
				0,18	
					0,28
					2,20
					0,19
				0,14	
			0,44		
			0,22		
			0,21		
			0,12		
			0,11		

Änderungen vornahmen. Wesentlich ist dann für die Untersuchung Hansens der Übergang zu punktförmiger Reizung (Fläche = 0,2 qmm), und zwar bei Druckpunkten mit künstlicher Isolierung und ohne sie. Letztere ist durch Zerstörung der benachbarten Druckpunkte angestrebt worden. Eine Sicherheit, daß nicht trotzdem andere Nervenendigungen, besonders die freien, miterregt sind, ist auch auf diesem Wege nicht zu erlangen. Hansen hat daneben großflächige Reize von 20 und 88 qmm zum Vergleich herangezogen: allerdings mit so geringen Belastungen, daß ein Vergleich mit den Zahlen Strattons und Kobyleckis nicht möglich ist (vgl. die Zusammenstellung). Die entscheidenden Ergebnisse Hansens sind:

1. Im Gegensatz zu Stratton und Kobylecki ergibt sich regelmäßig das Verhältnis: $S_o > S_u$, ein Umstand, der augenscheinlich auf den Zeitabstand beider Reize zurückzuführen ist.

2. Weder innerhalb noch außerhalb der Strattonschen Zone zeigt sich eine Konstanz der Werte für $\frac{dR}{R}$, sondern lediglich ein starkes Absinken mit zunehmender Reizstärke. Der Abfall ist annähernd gleichmäßig im Gegensatz zu dem seither beschriebenen Verlauf und beträgt bei einem Reizbereich von 750 bis 3750 g/qcm über 50%. Was also bei den vorausgegangenen Untersuchungen nur unscheinbar aufgetreten war, eine Abweichung vom Weberschen Gesetz im Sinne immer größerer Unterschiedsempfindlichkeit, das tritt hier auffallend in die Erscheinung.

Den Angaben Hansens haben auf Grund eingehender Versuche A. Gatti und F. Kiesow widersprochen (11, 12, 19, 20). Ihre Methodik stimmt mit der seinigen überein in der Wahl eines Druckpunktes als Reizstelle, im Grenzverfahren und im Sukzessivvergleich bei einem Zeitabstand von 3 Sek. Daneben sind wesentliche Unterschiede zu erwähnen. Infolge der Verwendung von Reizhaaren, die innerhalb der Versuchsreihe wechselten, war die Fläche nicht konstant. Auch die zeitlichen Verhältnisse konnten wohl bei einer Reizgebung mit der Hand nicht die sonst beobachtete Gleichmäßigkeit besitzen. Vp. und Vl. fielen zusammen, so daß nur eine Vp. vorhanden war, im Gegensatz zu den übrigen Untersuchungen. Sodann wurde jeder Reiz nicht ein-, sondern dreimal geboten in Abständen von 1 Sek.: ein Umstand, der sich kaum rechtfertigen läßt, weil er die Vergleichsbedingungen undurchsichtig gestaltet.

Der Druckpunkt lag am inneren Handgelenk bzw. an der inneren Ellenbogenbeuge. Bei letzterer handelte es sich nicht um ein Meißnersches Tastkörperchen, sondern um den Nervenkranz eines Haarbalges, der damit zum ersten Male Gegenstand der Untersuchung geworden ist.

Gatti fand im Gegensatz zu seinen Vorgängern keinen wesentlichen Unterschied zwischen S_o und S_u nach irgendeiner Richtung. Dagegen konnte er wieder einen Geltungsbereich für das Webersche Gesetz feststellen: in den Grenzen von 2 bis 8 g/mm. Wie aus diesen Angaben hervorgeht, bemißt er die Reizstärken nach der Spannung. Eine Umrechnung auf g/qcm, die für die Zusammenstellung durchgeführt worden ist, ändert nichts an dem Gesamtergebnis. Bei kleineren Reizstärken macht sich die bekannte Abweichung bemerkbar, so daß in etwa das alte Strattonsche Bild wiederhergestellt ist. Dabei ist abzusehen von der Größenordnung der relativen Unterschiedsschwelle, die sich bei punktförmiger Reizung im Unterschied zu flächenhafter ergibt. Verkleinerung der Reizfläche zieht hier wie bei anderen Sinnesgebieten eine beträchtliche Verringerung des Unterscheidungsvermögens nach sich: eine mit der psychologischen Deutung schwer zu vereinigende Tatsache (53). Ein weiterer Unterschied zwischen Gatti und Stratton ist in der Lage der Geltungsbereiche gegeben, die sich nur teilweise decken (Zusammenstellung 5).

Die letzten Veröffentlichungen Gattis und Kiesows sowie ihr Gegensatz zu Hansen bezeichnen den gegenwärtigen Stand der Forschung.

2. Neue Versuche über das Verhalten der Unterschiedsempfindlichkeit beim Drucksinne. Die vorliegenden Widersprüche erheischen eine Klärung, die letzten Endes nur auf dem Wege fortgesetzter experimenteller Arbeit geliefert werden kann. In dieser Absicht hat Herr Dr. med. et phil. H. Schriever die Frage einer erneuten Prüfung unterzogen, deren Ergebnis in dieser Zeitschrift veröffentlicht ist. Das Wesentlichste soll an dieser Stelle Erwähnung finden, weil im Anschluß daran über eigene Versuche zu berichten ist.

Die Methodik ist in ihren Grundzügen bereits im vorangegangenen Abschnitte geschildert. Mit ihrer Trennung von Vl. und Vp. geht sie auf das Verfahren Hansens zurück, während die Anwendung der Konstanzmethode nebst der Berechnungsweise nach Idealgebieten eine Neuerung gegenüber

den früheren Untersuchungen bedeutet. Der Zeitabstand der beiden Druckreize betrug 1,2 Sek., ihre Dauer 0,5 Sek. Die Verhinderung der Reizausbreitung wurde auf einem neuen Wege angestrebt, nämlich durch Wahl eines Druckpunktes, der auf der äußeren, unbehaarten Seite des stark gekrümmten mittleren Zeigefingergelenkes lag. Über dem Knöchel befand sich also unmittelbar die gespannte Haut, die unter diesen Umständen nur sehr wenig deformierbar war. Eine Gipsform gewährleistete die Haltung der Hand bzw. des Fingers. Der Druckpunkt war mittels 5%iger Silbernitratlösung fixiert, die Konstanz des Aufnahmeorganes für die Dauer der Versuche gesichert.

Die Absicht war vor allem, einen möglichst großen Reizbereich zu erfassen. Es sollte so eine Lücke in den seitherigen Angaben ausgefüllt werden, die gerade für die Gültigkeitsfrage des Weberschen Gesetzes wichtig ist. Demgemäß kamen Normalreize von 1000 bis etwa 3000000 g/qcm zur Verwendung. Zwecks Herstellung dieser Skala wurden Gewichte zwischen 1 und 60 g in Verbindung mit Reizflächen von 0,1 und 0,001 qmm benutzt, letztere in Gestalt feiner Nadelspitzen. Der Gewichtssatz lieferte bei 0,1 qmm 1000 bis 60000 g/qcm; darüber hinaus kamen die höchsten Reizwerte zustande durch Einwirkung von 1 bis 30 g auf 0,001 qmm (= 100000 bis 3000000 g/qcm). Die letzteren auf die Flächeneinheit bezogenen Reizstärken gelten nur näherungsweise, weil mit dem Eindrücken der konischen Spitzen eine Vergrößerung der beanspruchten Flächen verbunden ist. Zu bemerken ist ferner, daß bei den Versuchen mit Nadelspitzen nicht ein Druckpunkt, sondern zwei gleicher Empfindlichkeit unter Beibehaltung der Sukzessivreizung verwandt wurden: ein Umstand, der nicht ins Gewicht fällt, wie eine Kontrollreihe mit einem Druckpunkt ergeben hat.

Schrievers Hauptergebnisse lassen sich dahin zusammenfassen:

Der Gang der Werte für $\frac{dR}{R}$ gleicht ausgesprochen dem bei Stratton und Kobylecki. Mit wachsendem Normalreize zeigt sich zunächst ein starkes, dann ein immer schwächeres Absinken derart, daß bei größeren, oberen Bereichen wenigstens von einer angenäherten Konstanz gesprochen werden kann. Dies gilt besonders in einigen Fällen, d. h. bei bestimmten

Vpn. und dabei wieder für den oberen oder den unteren Schwellenwert. Der Abfall von $\frac{dR}{R}$ ist bei den höheren Reizstärken nicht annähernd so groß wie bei Hansen, immer hin aber deutlicher als bei dessen Vorgängern.

Bei sehr hohen Reizwerten (Versuchsreihe mit Nadelspitzen) ergibt sich genau das gleiche, nur daß die Unterschiedsempfindlichkeit im ganzen größer ist. Dabei handelt es sich von der Reizstärke 1 200 000 g/qcm an um ausgesprochene Schmerzempfindungen. Eine obere Abweichung in Form einer Zunahme von $\frac{dR}{R}$ ist jedenfalls nicht nachzuweisen. Bemerkenswert ist aber deren Verhalten für den Fall, daß die Erhöhung der Reizstärke nicht durch vermehrtes Gewicht, sondern durch Verkleinerung der Reizfläche erzielt wird. Unter diesem Gesichtspunkte betrachtet gehören die beiden Versuchsreihen mit 0,1 und 0,001 qmm zusammen, wie bereits erwähnt: der schwächste Reiz der letzten Reihe schließt sich dem stärksten der ersten an, so daß eine fortlaufende Skala entsteht (vgl. die Zusammenstellung 5). Man sollte nun einen entsprechenden Gang der relativen Unterschiedsschwelle bei Nadelspitzenreizung erwarten, mit einem kleineren Betrag für 100 000 g/qcm beginnend, als er sich bei 60 000 ergeben hatte. Das ist aber nicht der Fall. Vielmehr setzt $\frac{dR}{R}$ abermals hoch ein, um in bekannter Weise erst schnell, dann langsamer abzunehmen. Daraus folgt, daß Reizstärken nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden dürfen, wenn die zugehörigen Flächen verschieden sind, und daß eine einfache Umrechnung der Werte, die zunächst ganz sinngemäß erscheint, nicht zulässig ist. Das gilt hier bei Verwendung eines Druckpunktes. Ein Gleiches läßt sich aber auch aus den Merkelschen Versuchen entnehmen (35). Man muß das vor Augen haben bei einer Gegenüberstellung von Zahlen, wie sie sich in der Zusammenstellung findet. Es empfiehlt sich, den Gang der Werte bei jeder Reizfläche nur für sich allein zu nehmen und auf eienen Vergleich, wie ihn Hansen bezüglich der Strattonschen Zone versucht hat, ganz zu verzichten. Soviel ist von den Ergebnissen Schrievers zu sagen.

Die Frage nach der Konstanz der relativen Unterschiedsschwelle ist aufs engste verknüpft mit einer anderen: wie näm-

lich der allmähliche Abfall auch bei höheren Reizstärken aufzufassen ist. Die Geltungsfrage beim Drucksinn spitzt sich auf dieses Problem zu. Die Befunde Schrievers sind in dieser Beziehung nicht eindeutig, weil zum mindesten in einzelnen Fällen — je nach Vp. und oberer oder unterer Unterschiedsschwelle — weitgehende Übereinstimmung mit dem Weberschen Gesetz aufgetreten ist.

Zusammenstellung 6.

	Vp. A Zeitabstand beider Reize				Vp. B Zeitabstand beider Reize				Mittel für beide Vpn.
	0,5″	2″	6″	Mittel	0,5″	2″	6″	Mittel	
$\frac{dR_o}{R}$ von 5 g	0,10	0,30	0,20	0,20	0,40	0,35	0,40	0,38	0,29
$\frac{dR_u}{R}$ von 5 g	0,30	0,22	0,35	0,29	0,15	0,22	0,20	0,19	0,24
Mittel	0,20	0,26	0,27	0,24	0,28	0,29	0,30	0,29	0,29
$\frac{dR_o}{R}$ von 20 g	0,20	0,23	0,25	0,23	0,30	0,23	0,20	0,24	0,24
$\frac{dR_u}{R}$ von 20 g	0,40	0,42	0,25	0,36	0,30	0,23	0,25	0,26	0,31
Mittel	0,30	0,33	0,25	0,29	0,30	0,23	0,23	0,25	0,27
$\frac{dR_o}{R}$ von 30 g	0,18	0,27	0,29	0,23	0,21	0,25	0,25	0,24	0,24
$\frac{dR_u}{R}$ von 30 g	0,18	0,13	0,12	0,13	0,21	0,17	0,21	0,20	0,17
Mittel	0,18	0,20	0,21	0,18	0,21	0,21	0,23	0,22	0,20
$\frac{dR_o}{R}$ von 40 g	0,25	0,27	0,28	0,27	0,19	0,16	0,30	0,22	0,25
$\frac{dR_u}{R}$ von 40 g	0,17	0,20	0,25	0,21	0,13	0,17	0,13	0,14	0,18
Mittel	0,21	0,24	0,27	0,24	0,16	0,17	0,22	0,18	0,21

Unter diesen Umständen schien eine Fortführung der Versuche, insbesondere mit 0,1 qmm Reizfläche geboten, wie sie die Verfasser unter sonst gleichen Bedingungen unternommen haben. Sie dienten dabei selbst als Vpn. an Stelle der psychologisch und wissenschaftlich ungeschulten Beobachter Schrievers. Die Vp. tauschte abwechselnd mit dem Vl. die Rolle, jedoch unter strenger Wahrung der Unwissentlichkeit. Als Normalreize wurden zur Vervollständigung der Hauptreihe (s. Tab.) 20, 30 und 40 g, daneben noch 5 g herangezogen. Es war zu prüfen, ob irgendein bestimmter Umstand für das fragliche Verhalten der Unterschiedsschwelle in Anspruch genommen

werden kann. Aus dem Grunde wurden die Zeitabstände beider Reize näher untersucht und außer 2 Sek., die statt 1,2 Sek. bei Schriever verwendet wurden, auch 0,5 und 6 Sek. verwandt. Im ersten Falle entfielen auf die Reizstufe bei jeder Vp. 8 Urteile, in den beiden letzteren je 4. Es war nicht zu vermeiden, daß mit dem Zeitabstand eine Änderung der Reizdauer Hand in Hand ging; dieselbe betrug entsprechend den genannten Werten 0,15, ferner 0,5 und 1,5 Sek. Doch ist dieser Umstand schwerlich von Einfluß auf den Vergleich der Empfindungsstärken bzw. auf die Empfindungen überhaupt.

Zu der Berücksichtigung der Reizfolge und ihrer Geschwindigkeit kam die bereits erwähnte Sichtung der Berechnungsweisen. Schriever hat keine Scheidung zwischen Richtig und Falsch vorgenommen, die Doppelurteile dabei als Gleichheiten gewertet. Dementsprechend sind die Gesamtmittel für S_o und S_u beider Vpn. im letzten Spalt der Tabelle 5 berechnet. Im übrigen enthält die Zusammenstellung 6 alle Einzelwerte nach der Richtigkeitsberechnung. Bei dieser Auswertungsform ist eine etwas größere Annäherung der Zahlen vorhanden als bei der Gleichheitsberechnung (vgl. besonders die Gesamtmittel im letzten Spalt). Ein Absinken ergibt sich auch hier, allerdings ist sein Ausmaß geringer als bei Schriever. Eine weitere Annäherung an das Webersche Gesetz hat also für alle Fälle stattgefunden.

Es handelt sich nun um die Zahlenwerte im einzelnen, wie sie aus Zusammenstellung 6 zu entnehmen sind. Erhebliche Schwankungen sind unverkennbar. Sie erfahren indessen eine beträchtliche Minderung, wenn die Zahlen beider Vpn. vereinigt werden: offenbar, weil sonst die Summe der Einzelbeobachtungen zu gering ist. Im Hinblick darauf erscheint die Mittelbildung geboten; sie ist zudem erlaubt, weil keine grundsätzlichen individuellen Unterschiede auftreten.

Ein Einfluß des Zeitabstandes läßt sich deutlich erkennen, wie die Übersicht für die Gesamtmittel von $\frac{dR}{R}$ ergibt (s. die Zusammenstellung 7). Unverkennbar liegen die Verhältnisse am günstigsten bei der langen Pause, wie besonders die geringe mittlere Variation beweist. Hier kann man innerhalb der gegebenen Schwankungsbreite wohl von einer Konstanz sprechen. Dieser Sachverhalt käme gegenüber den Werten bei 2 Sek. wahrscheinlich noch deutlicher zum Ausdruck, wenn nicht die

Hälfte, sondern die gleiche Zahl von Beobachtungen vorgelegen hätte. Unterstrichen wird das Ergebnis durch die Angaben der Vpn. über die Sicherheit ihrer Urteile. Sie fielen durchaus zugunsten der langen Pause zwischen den beiden Reizen aus. Dem entspricht die Statistik der als sicher bezeichneten Urteile. Bei der langsamen Reizfolge war ihre Häufigkeit am größten, nämlich 32%, gegenüber 22 und 25% bei höchster und mittlerer Geschwindigkeit. Unter geeigneten Reizbedingungen ist also eine weitgehende Annäherung an das Webersche Gesetz gegeben: das ist das Hauptergebnis dieser Versuche.

Im übrigen zeigt sich, daß die Streuung der Werte sowie das allmähliche Absinken bei S_u stärker ist als bei S_o. Das Verhältnis dieser beiden Größen ferner ist abhängig von der Geschwindigkeit der Reizfolge. Ist sie gering, so ergibt sich $S_o > S_u$ im Durchschnitt. Mit Verkürzung des Zeitabstandes (2 Sek.) wird der Unterschied geringer, um bei 0,5 Sek. zu verschwinden. Dazu paßt der Befund Strattons und Kobyleckis, daß bei unmittelbarer Folge S_u größer als S_o ist. Die Untersuchung der zeitlichen Versuchsbedingungen wirft also auch Licht auf diese Verhältnisse.

Zusammenstellung 7.

Normalreiz	Werte für die relative Unterschiedsschwelle bei einem Zeitabstande der Reize von		
	0,5 Sek.	2 Sek.	6 Sek.
5 g	0,24	0,28	0,27
20 g	0,30	0,28	0,25
30 g	0,17	0,21	0,22
40 g	0,19	0,21	0,25
Mittel (m. V. in %)	0,23 (20)	0,25 (14)	0,25 (5)

Es fragt sich, woher die bevorzugte Stellung gerade eines Zeitabstandes von 6 Sek. kommt, die sich, wie erwähnt, auch in der Beurteilung der Vpn. und in der Häufigkeit der sicheren Urteile ausdrückt. Die etwas längere Pause erlaubt eben, sowohl den ersten als auch den zweiten Eindruck vollständig und gleichmäßig aufzufassen, was bei schneller Folge nicht zutrifft, zum mindesten nicht für die vorangehende Empfindung. Die rasche Folge beider Eindrücke bedeutet bei ihrer beschränkten Dauer eine Störung der Auffassung. Das gilt besonders für den kürzesten Zeitabstand. Der Betrag von 0,5 Sek. nähert sich bereits der Zeitstrecke, die unter günstigsten Bedingungen den Aufmerksamkeitsschritt von einem einfachen Sinneseindruck

zum anderen ermöglicht (5). Nach Feilgenhauer beläuft er sich im Mittel auf 0,3 Sek., wobei keine genaue Auffassung zwecks Intensitätsvergleichs in Betracht kam. Daß der Zeitabstand nur in Verbindung mit sehr begrenzter Reizdauer diese Wirkung besitzt, geht aus den Versuchen Strattons und Kobyleckis hervor: nicht einmal die unmittelbare Reizfolge war hier von Nachteil, weil ihr eine längere Reizdauer gegenüberstand.

Abgesehen von diesen zentralen Momenten ist auch an periphere zu denken; sie sind im Hinblick auf die optimalen Versuchsbedingungen wahrscheinlich entscheidend. Daß selbst durch schwache Reizung ein Druckpunkt umgestimmt wird, ist bekannt. Je schneller die Zeitfolge ist, desto mehr muß sich dieser Umstand bemerkbar machen, und zwar in störendem Sinne, weil er nicht zu übersehende Bedingungen in die Reizgebung hineinbringt. Die einfache Beobachtung der Vpn. lehrte bereits die Nachwirkung von Reizen, die sich besonders mit deren wachsender Stärke bemerkbar machte. Das ist zu berücksichtigen, um zu keinem irreführenden Vergleich mit Stratton und Kobylecki zu gelangen. Ihr Reizbereich lag bekanntlich ganz unter dem hier in Frage kommenden; dazu ändert bei ihnen die Flächenreizung die Sachlage.

Ein Zeitabstand von 6 Sek. reicht augenscheinlich hin, um die genannte Fehlerquelle auszuschalten oder wenigstens merklich zu vermindern. Aus diesem Grunde war bereits Hansen zur gleichen Zwischenpause übergegangen. Man könnte denken, daß nach alledem eine weitere Verlangsamung der Zeitfolge am Platze sei. Vom physiologischen Standpunkte aus ist das zutreffend, im Hinblick auf das Vergleichsurteil dagegen nicht. Es hat sich nämlich bei vorübergehender Erhöhung der Pause auf etwa 7—8 Sek. herausgestellt, daß dadurch die Aufgabe der Vp. erschwert wird. Der Vergleich ist nicht mehr unmittelbar; denn der erste Eindruck beginnt bereits zu verblassen. Nach allem scheint der Reizabstand von 6 Sek. eine Art Höchstmaß von günstigen Versuchsbedingungen darzustellen, was die periphere und was die zentrale Seite der Beobachtung anlangt.

Angesichts dieser Feststellung liegt die Frage nahe, warum Hansen unter sonst gleichen Verhältnissen zu ganz anderen Ergebnissen gekommen ist. Prüft man die vorliegenden Zahlen an Hand der Zusammenstellung 5 genauer, so zeigt sich, daß hier gar keine grundsätzliche Verschiedenheit vorliegt. Bei

einem Höchstreiz von 3750 g/qcm fand Hansen 0,23 und 0,20 für die relative obere bzw. untere Unterschiedsschwelle. Der Größenordnung nach passen die Werte nicht schlecht zu den im letzten Spalt angegebenen: 0,27 usw. Wenn sie etwas kleiner als erwartet sind, so erklärt sich das zwanglos aus der benutzten Methode. Das Grenzverfahren ergibt stets etwas feinere Bestimmungen als die Konstanzmethode. Die Ergebnisse beider Untersuchungen vertragen sich dann mindestens insoweit, daß man von einem größeren Geltungsbereich des Weberschen Gesetzes sprechen darf, dem eine Zone der Inkonstanz vorgelagert ist. Nach dieser Auffassung hätte Hansen gerade die sog. untere Abweichung erfaßt, ähnlich wie Schriever mit den Reizen von 1000 und 3000 g/qcm. Daß im übrigen auch hier günstigere Ergebnisse erzielt werden können, lehren die Versuche Gattis, wiewohl sie wegen ihrer andersartigen Versuchsbedingungen nicht unmittelbar mit den hier vorliegenden in Zusammenhang gebracht werden können.

Soweit sich innerhalb eines Bereiches von 5000 bis 40000 g/qcm noch eine Neigung zum Absinken — auch bei einer Pause von 6 Sek. — bemerkbar macht, darf sie wohl auf die Beanspruchung anderer, wahrscheinlich freier Nervenenden zurückgeführt werden. Ein Hinweis hierfür liegt in der gesteigerten Unterschiedsempfindlichkeit, die Schriever bei Nadelspitzen-, d. h. Schmerzreizung fand. Unabhängig davon wird man mit der Möglichkeit unbekannter störender Nebenbedingungen rechnen müssen, da noch jeder Fortschritt der Methodik von einer Annäherung an das Gesetz begleitet war. Läge es umumgekehrt, so müßte auch das Urteil entgegengesetzt ausfallen und der Gedanke einer Gültigkeit des Gesetzes fallen gelassen werden.

Weil eine obere Abweichung beim Drucksinn nicht auftritt, im allgemeinen weitgehende Konstanz besteht (geeignete Versuchsbedingungen vorausgesetzt), so spitzt sich die Frage nach einer uneingeschränkten Geltung auf die Deutung der unteren Abweichung zu. Zwei Auffassungen sind möglich. Entweder handelt es sich um eine andere Abhängigkeitsbeziehung zwischen Reiz und Empfindung bezw. ihrer Wahrnehmung, so daß damit eine Grenze für das psychophysische Gesetz anzuerkennen ist; oder das letztere gilt ohne Einschränkung und kann nur nicht nachgewiesen werden infolge methodischer Unvollkommenheiten.

Gegenwärtig läßt sich eine volle Klarheit hier nicht ge-

winnen. Immerhin sprechen die Versuche Gattis zugunsten der zweiten Anschauung. Sodann darf auf einen Umstand hingewiesen werden, der die Erhöhung der Unterschiedsschwelle im fraglichen Bereich zu erklären vermag: das ist die Erschwerung des Vergleichs — genauer: der Beobachtung überhaupt —, die mit schwachen Empfindungen Hand in Hand geht. Sie fällt den Vpn. an sich auf. Es läßt sich dafür aber auch eine bestimmte Unterlage in Form der Häufigkeit der Sicherheitsurteile beibringen. Die Zahl solcher Beobachtungen ist bereits bei einem Reize von 5000 g/qcm um 30% geringer, verglichen mit der Dichte bei höheren Reizstärken. Bedenkt man, daß sich die eigentliche Abweichung auf wesentlich schwächere Intensitäten erstreckt, so gewinnt diese Tatsache erhöhten Erklärungswert. Endlich ist in diesem Zusammenhange daran zu erinnern, daß bei sehr schwachen Reizen die Wahrscheinlichkeit ungenauer Reizgebung überhaupt viel größer ist als bei stärkeren Druckwerten; auch, daß physiologische Schwankungen hier am ehesten in die Erscheinung treten, darf nicht übersehen werden: alles Gründe und Möglichkeiten, die untere Abweichung aus sekundären Momenten heraus verständlich zu machen.

So gelangt man abschließend zu dem Urteile: An der Möglichkeit einer strengen und uneingeschränkten Geltung des Gesetzes kann festgehalten werden, weil die untere Abweichung und auch die Ungenauigkeit im Konstanzbereich sich aus Nebenumständen erklären lassen. Die Bedeutung einer brauchbaren Näherungsformel wird das Gesetz unter allen Umständen behalten.

5. Das Webersche Gesetz im Bereiche des Geschmacksinnes.

Von älteren Arbeiten ist nur eine aus dem Jahre 1869 stammende Untersuchung zu erwähnen (18). Fr. Keppler hat mit je einem Vertreter der vier Grundqualitäten — Chlornatrium, Chinin, Phosphorsäure, Glyzerin — die Unterschiedsempfindlichkeit bei sich selbst geprüft. Er verwandte die Methode der richtigen und falschen Fälle (das Konstanzverfahren), allerdings nur zur Bestimmung der unteren Unterschiedsschwelle. Der Vergleichsreiz war stets kleiner als der Normalreiz, auch genügte der größte Reizunterschied nicht zu einer regelmäßig richtigen Beurteilung. Die Ermittelung des Urteilsgebietes war

also unvollständig, was der Genauigkeit der Bestimmungen Abbruch tun mußte. Die Werte zeigen dann auch keinerlei Konstanz trotz des geringen Reizbereiches, der geprüft wurde. Bei Salzig und Bitter sinkt die Unterschiedsempfindlichkeit mit wachsender Konzentration, bei Sauer und Süß ist das Gegenteil der Fall, so daß auch die Richtung der Abweichung vom Weberschen Gesetz nicht übereinstimmt. Angesichts der geringen Zuverlässigkeit der Einzelergebnisse und ihrer unzureichenden Zahl beweisen diese Feststellungen kaum etwas. Bereits Fechner hat die Versuche als unzulänglich abgelehnt mit Ausnahme der Süßbestimmungen, aus denen er bei verbesserter Berechnungsweise Konstanz entnahm (4). Bemerkenswert erscheint immerhin der Umstand, daß das Unterscheidungsvermögen für die einzelnen Qualitäten nicht das gleiche ist. Bei Bitter zum mindesten ist es größer als sonst. Die Arbeit Kepplers ist inzwischen überholt worden durch zwei Untersuchungen aus jüngster Zeit: für Süß von Fr. Lemberger, für Salzig von Fodor und Happisch (33, 6). Auf sie wird im Zusammenhang mit den eigenen Versuchen einzugehen sein.

Letztere beziehen sich hauptsächlich auf die Süßempfindung. Die Arbeit selbst hat Herr Dr. G. Krogh-Jensen (Kopenhagen) durchgeführt, und zwar im Münchener psychologischen Institut wie in der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie in München, deren Vorstand, Herr Geheimrat Th. Paul, den Abschluß der Untersuchungen in dankenswerter Weise ermöglicht hat.

Zusammenstellung 8.

	Normalreize: Rohrzuckerlösungen von								
	2%	3%	4%	5%	6%	9%	12%	16%	30%
$\frac{dR_o}{R}$	0,26	0,22	0,30	0,24	0,23	0,22	0,21	0,21	0,27
$\frac{dR_u}{R}$	0,25	0,21	0,20	0,18	0,17	0,11	0,13	0,19	0,21
Mittel	0,255	0,215	0,250	0,210	0,200	0,165	0,170	0,200	0,240

In der Hauptreihe wurden Rohrzuckerlösungen als Reize verwandt. Das Lösungsmittel bestand aus Leitungswasser von Zimmertemperatur. Als Normalreize dienten die Konzentrationen von 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 16 und 30%. Sie umfassen das in Betracht kommende Reizgebiet. Durch Vorversuche war fest-

gestellt worden, daß Lösungen von weniger als 2% (2 g auf 100 ccm H_2O) nicht mehr regelmäßig süß schmecken. Die obere Grenze ergab sich aus den Löslichkeitsverhältnissen des Rohrzuckers. Für noch stärkere Konzentrationen konnte keine ausreichende Skala von Vergleichsreizen hergestellt werden: über 55% lassen sich unter den gegebenen Bedingungen nicht in Wasser lösen.

An jeder Versuchsreihe nahmen 6—8 Vpn. (zumeist die gleichen) Teil, so daß sich für die Reizstufe 12—16 Urteile ergaben; denn jedes Reizpaar wurde doppelt beurteilt im Hinblick auf die Umkehrung der Zeitlage. Für die Normalreize von 2, 3, 6 und 9% konnten Vergleichsreihen mit einer großen Zahl von Vpn. (20—30) durchgeführt werden, um einen Anhaltspunkt für die Schwankungsbreite der Werte zu erhalten in ihrer Abhängigkeit von Zahl und Zusammensetzung der Beobachter. Die Ergebnisse sind nach der Richtigkeitsberechnung ausgewertet und auf S. 431 zusammengestellt. Tabelle 9 gibt einen Überblick über die erwähnten Massenversuche, wobei zum Vergleich die zugehörigen Zahlen der Hauptreihe danebengestellt sind. Dazu ist das Mittel aus den beiden Werten angegeben. Es zeigt sich eine befriedigende Übereinstimmung im einzelnen. Jedenfalls ist der Gang der Werte mit wachsender Reizstärke hier wie dort der gleiche. Das Wesentliche daran ist die angenäherte Konstanz im Sinne des psychophysischen Gesetzes. Der Wert für $\frac{dR}{R}$ bewegt sich zwischen $^1/_6$ und $^1/_4$, im Mittel ergibt sich $^1/_{4,7}$ bzw. 0,212 (m. V. $\pm$ 12%). Nur bei 9% und den Nachbarreizen tritt eine Schwankung auf in Richtung einer Erniedrigung. Hier wird also feiner unterschieden. Zu beachten ist, daß es sich dabei um eine Abweichung anderer Art als im üblichen Sinne handelt. Es ist kein sogen. mittlerer Geltungsbereich vorhanden, auf den man das Anwachsen der Unterschiedsschwelle an den Enden der Reizskala beziehen könnte. Man muß vielmehr von einer vorübergehenden Verringerung der relativen Unterschiedsschwelle sprechen, die annähernd in der Mitte des Reizbereiches auftritt.

Wie bei dem Drucksinn so taucht auch hier die Frage auf, wie dieser Mangel an Übereinstimmung mit dem Weberschen Gesetz aufzufassen ist. Man kann sich damit begnügen, die Annäherung an letzteres als eine nur allgemeine zu bezeichnen im Sinnne einer empirischen Regel; oder man kommt zu dem

Standpunkte, daß von einer Geltung des Gesetzes nicht die Rede sein könne: es sei denn, daß Nebenumstände die Abweichung verständlich machen.

Zusammenstellung 9.

	2% Massen-	2% Haupt-versuch	Mittel	8% Massen-	8% Haupt-versuch	Mittel
$\frac{dR_o}{R}$	0,18	0,26	0,220	0,22	0,22	0,220
$\frac{dR_u}{R}$	0,19	0,25	6,220	0,20	0,21	0,205
Mittel	0,185	0,255	0,220	0,210	0,215	0,213
	6%			9%		
$\frac{dR_o}{R}$	0,22	0,28	0,225	0,14	0,22	0,180
$\frac{dR_u}{R}$	0,18	0,17	0,175	0,12	0,11	0,115
Mittel	0,200	0,200	0,200	0,130	0,165	0,148

Einen Hinweis darauf bildet der Umstand, daß der fragliche Bereich gerade die Konzentrationen umfaßt, die bei dem üblichen Zuckergenuß die Hauptrolle spielen. So liegt es nahe, hier Übungsunterschiede zu vermuten. Der Sachverhalt läßt sich freilich auch noch anders deuten. Es ist kein Zufall, daß gerade ein bestimmter Bereich für den Genuß vorzugsweise in Frage kommt. Dies hängt fraglos mit dem Wohlgeschmack zusammen. Es ist eine bekannte Tatsache, daß sehr starker Süßgeschmack nicht mehr angenehm, sondern widerlich ist; ferner, daß schwache Lösungen mindestens keinen echten Wohlgeschmack bedingen. Dieser Zusammenhang wurde von Herrn Dr. Krogh-Jensen in der Weise näher untersucht, daß er die betreffenden Reize — jeden für sich allein — 5 mal verschiedenen Personen bot mit der Aufgabe, die Süßempfindung lediglich auf ihre Gefühlsbetonung hin zu kennzeichnen. Die Aussagen sind in Fig. 2 graphisch dargestellt. Man sieht, die lustbetonten Empfindungen fallen annähernd mit dem Erniedrigungsbereich der relativen Unterschiedsschwelle zusammen. Das Zusammentreffen ist kaum zufällig. So darf hier wie bei dem Drucksinnn die Abweichung auf einen Nebenumstand zurückgeführt werden. Es mag dann dahingestellt bleiben, inwieweit Übung oder Lustbetonung bezw. beides verantwortlich zu machen ist. Es ergibt

sich so der Wahrscheinlichkeitsschluß auf Gültigkeit des psychophysischen Gesetzes für den Geschmacksinn, insbesondere für die Süßempfindung. Er findet seine Bestätigung in der Arbeit von Fr. Lemberger, die nur eine geringe untere und obere Abweichung fand. Sie bediente sich ebenfalls des Konstanzverfahrens. Die Reizgebung stimmt mit der von Fodor und Happisch überein: die Lösungen wurden nicht geschluckt, sondern einige Sekunden im Munde behalten, unter Zwischenspülung des letzteren. Auffallend ist, daß die Beobachtungsreihen keine Schwankung zeigen. Dies ist wohl dem Umstande zuzuschreiben, daß nur eine Vp. — die Verfasserin selbst — zur Verfügung stand.

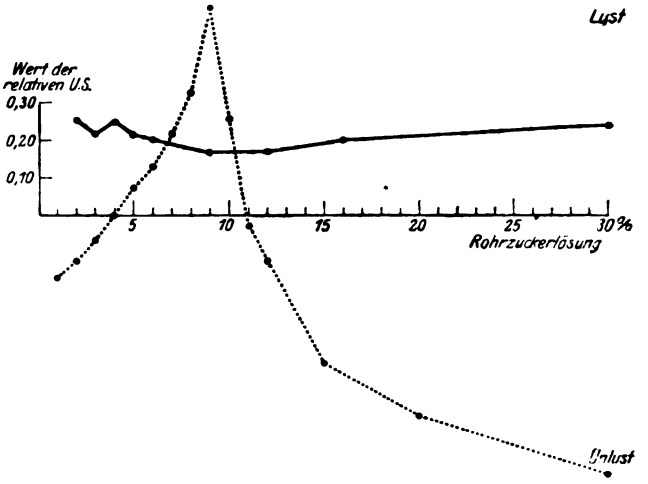


Fig. 2.

Es ist hier der Ort, auf eine andere, allgemeinpsychologische Bedeutung der Annehmlichkeitsbeurteilung von Süßreizen einzugehen. In der Gefühlspsychologie pflegt man den Zusammenhang zwischen Reizstärke und Lust-Unlust so darzustellen:

Ganz schwache Reize (Empfindungen) weisen keine Gefühlsbetonung auf. Damit ist eine Gefühlsschwelle gegeben. So wie eine Empfindung nur durch einen Reiz bestimmter Stärke ausgelöst werden kann, so muß der Reiz (die Empfindung) erst eine gewisse Höhe erlangt haben, um Träger eines Gefühles werden zu können. Die Schwelle für Lust-Unlust ist demnach im Durchschnitt größer als die Empfindungsschwelle, da sie letztere voraussetzt, günstigstenfalls mit ihr zusammen-

fällt. Reizstärken von einer gewissen Höhe bringen im allgemeinen — falls sie überhaupt gefühlsbetont sind — Lust hervor, dabei wird abgesehen von besonderen Fällen, für die nur Unlust in Frage kommt. Die Lust steigt mit wachsender Reizstärke zu einem Höchstwert an, und zwar verhältnismäßig rasch. Bei weiterer Erhöhung des Reizes tritt eine Änderung in der Gefühlsreaktion ein. Die Lust verschwindet, um ziemlich unvermittelt der Unlust Platz zu machen, deren Stärke ihrerseits mit der des erregenden Anlasses zunimmt. Soweit das übliche Schema des Zusammenhanges zwischen Reiz und Lust-Unlust (26, 32, 54).

Vergleicht man damit die vorliegenden Beobachtungen, so zeigt sich eine weitgehende Übereinstimmung. Das ist das eine, was aus der empirischen Lust-Unlustkurve zu entnehmen ist. Sodann ergibt sich aber ein Unterschied im Vergleich zum Schema: im Sinne verwickelterer Beziehungen. Die Gefühlswirkung braucht nicht mit Lust zu beginnen. Es kann ihr vielmehr eine Unlustphase vorausgehen, die gegenüber der später folgenden Hauptphase durch ihre geringere Intensität gekennnzeichnet ist.

Es handelt sich weiter um die Prüfung der Unterschiedsempfindlichkeit für Süß bei Verwendung von Saccharin als Erreger. Gewählt wurden für diese Versuche drei Normalreize (0,032 mg, 0,2 mg und 1,0 mg auf 1 l). Sie sind Rohrzuckerlösungen von 2%, 6% und etwa 16% gleichwertig. Die Verwendung stärkerer Saccharinlösungen schien nicht angezeigt wegen des aufdringlichen Bittergeschmackes, der damit verbunden ist und die Vergleichung mit Rohrzucker hinfällig macht. Wenn die Zahlenverhältnisse der Saccharinlösungen andere und zwar größere Abstände aufweisen als die zugehörigen Rohrzuckerkonzentrationen, so hängt dies mit der Abnahme der Süßkraft von Saccharin bei wachsender Konzentration zusammen (37).

Ein Vergleich der entsprechenden Zahlen für beide Süßerreger ergibt kein einheitliches Bild (s. Zusammenstellung 10). Bei dem schwächsten Reiz besteht eine ausreichende Übereinstimmung, die aber mit zunehmender Konzentration verloren geht. Die Unterschiedsempfindlichkeit für Saccharin wird immer geringer. Das Unterscheidungsvermögen kann also bei ein und derselben Qualität auch noch von der Reizart abhängen: ein Umstand, der nicht zugunsten der psychologischen

Zusammenstellung 10.

	2% Rohrzucker	0.032 mg Saccharin	6% Rohrzucker	0,2 mg Saccharin	16% Rohrzucker	1,0 mg Saccharin
$\frac{d R_o}{R}$	0,26	0,19	0,23	0,31	0,21	0,34
$\frac{d R_u}{R}$	0,25	0,28	0,17	0,19	0,19	0,24
Mittel	0,255	0,235	0,200	0,250	0,200	0,290

Deutung des psychophysischen Gesetzes spricht, denn für sie dürfte lediglich das Subjektive, die Empfindung, maßgebend sein. Nun wäre denkbar, daß sich die Verschiedenheit der relativen Unterschiedsschwellen aus dem Hinzutreten einer neuen Geschmackskomponente — des Bitteren — erklären ließe. Bei 0,2 und besonders bei 1,0 mg Saccharin war das Bittere deutlich zu beobachten; gerade dafür hat aber Keppler eine wesentlich größere Unterschiedsempfindlichkeit festgestellt. So ist dieser Weg nicht gangbar. Dagegen könnte es sein, daß die Verschiedenheit der Qualitäten als solche die Erhöhung der Saccharinschwellen bedingt. Es läge dann eine Erschwerung des Geschmacksvergleiches ähnlich den Verhältnissen bei der heterochromen Photometrie vor. Diese Möglichkeit ist nicht von der Hand zu weisen. Die Frage ist jedenfalls wert, in einer eigenen Untersuchung geprüft zu werden, besonders auch unter Verwendung des Zwischenschluckes, um Nachwirkungen des ersten Reizes anzuschließen. Das scheint um so mehr am Platz, als Fr. Lemberger in einer ähnlichen Versuchsreihe — mit dem Natriumsalz von Saccharin, das die Bitterkomponente ausschaltet — zu dem Ergebnis gekommen ist, daß das Gesetz gilt, das Unterscheidungsvermögen aber feiner als bei Rohrzucker ist. In diesem Falle macht sich die Schwierigkeit für die psychologische Deutung voll und ganz geltend.

Schließlich sind noch Geschmacksversuche zu erwähnen, die mit Kochsalzlösung angestellt worden sind, also die Unterschiedsempfindlichkeit für Salzig zum Gegenstande haben. Gegenwärtig ist Herr Saidullah mit dieser Frage beschäftigt, dem die folgenden Mitteilungen zu verdanken sind. Wenn auch die Arbeit noch keineswegs abgeschlossen ist, so liegen doch bereits brauchbare Zahlen für die Lösungen von 0,4, 1, 2, 4, 6, 9, 12, 18% vor. Die erste Konzentration ergab sich

für Salzig aus dem gleichen Grunde wie 2% für Süß: sie reicht hin zur regelmäßigen Auslösung der zugehörigen Geschmacksempfindung. Für die einzelnen Normalreize haben sich folgende Gesamtmittelwerte ergeben, die untere und obere Unterschiedsschwellen, ebenso die Resultate verschiedener vergleichender Versuchsreihen — mit Pause von 6 Sek. und mit Zwischenschluck (s. S. 415) — vereinigen:

Normalreiz:	0,4%	1%	2%	4%	6%	9%	12%	18% NaCl
$\frac{dR}{R}$	0,17	0,15	0,12	0,15	0,14	0,18	0,14	0,16

Wesentlich ist zunächst, daß von einer unteren Abweichung nicht gesprochen werden kann entgegen den Angaben von Fodor und Happisch (6). Ihre Versuche haben zu der kannten starken Verringerung der Unterschiedsempfindlichkeit zwischen 1 und 4% geführt, die bei 1% ihr Höchstmaß erreicht. Allerdings sagen die Verfasser selbst, daß die Gewinnung genauer Unterschiedsschwellen nicht in ihrer Absicht gelegen habe. Weiter scheint das Unterscheidungsvermögen für Salzig im ganzen etwas größer zu sein als für Süß: als Mittel erhält man $^1/_{5,6}$, während sich unter gleichen Bedingungen für Süß $^1/_{4,8}$ ergibt. Dazu paßt das Größenverhältnis der kleinsten, noch verwendbaren Normalreize: 2% bei Rohrzucker, 0,4% bei Kochsalz.

Auch die Konstanz tritt bei Salzig ausgesprochen wieder auf. Die einzige auffallende Abweichung — 0,12 bei 2% — geht auch hier mit einer Lustbetonung Hand in Hand.

6. Zusammenfassung.

1. Die vollständige experimentelle Untersuchung des Weberschen Gesetzes setzt dreierlei voraus: Die Prüfung aller in Betracht kommenden Geltungsbereiche nach der gleichen Untersuchungs- und Auswertungsmethode (1) unter Berücksichtigung der einzelnen Qualitäten (2) sowie der Verschiedenheit ihrer Erregbarkeit (3).

2. Nach diesen Gesichtspunkten sind Versuche durchgeführt worden, wobei jeder grundsätzlichen Forderung durch je ein Beispiel in Form zweier vergleichbarer Fälle Rechnung getragen ist.

3. Im Sinne der ersten Forderung ist bei zwei Sinnesgebieten, dem Druck- und dem Geschmacksinn, die Unterschiedsempfindlichkeit innerhalb eines weiten Reizbereiches nach dem Konstanzverfahren in Verbindung mit dem Sukzessivvergleich geprüft worden, und zwar durch Bestimmung der Idealgebiete.

4. Beim Geschmacksinne haben zwei Grundqualitäten (Süß und Salzig) Berücksichtigung gefunden, wovon die erstere mittelst Rohrzucker und Saccharin erzeugt worden ist: entsprechend der zweiten und dritten Forderung.

5. Ein strenger Nachweis des Weberschen Gesetzes im Sinne einer durchgängigen Konstanz der relativen Unterschiedsschwelle hat sich nicht erbringen lassen, wohl aber kann — verglichen mit seither vorliegenden Angaben — eine weitgehende Annäherung festgestellt werden. Die Brauchbarkeit der Gleichung $\frac{dR}{R} = k$ als einer Näherungsformel ist damit gesichert.

6. Soweit Abweichungen von dem Weberschen Gesetz aufgetreten sind, lassen sie sich durch störende Nebenumstände erklären, die zurzeit nicht ausgeschaltet werden können: Beim Drucksinn hängt die untere Abweichung u. a. mit der Schwierigkeit zusammen, ganz schwache Empfindungen aufzufassen und zu vergleichen. Die Neigung der relativen Unterschiedsschwelle, auch bei höheren Reizstärken allmählich abzusinken, läßt sich durch Miterregung sonstiger Sinnesorgane (der Schmerznerven z. B.) verständlich machen, soweit nicht störende Beeinflussung der zweiten Erregung durch die erste in Frage kommt. Bei einem Zeitabstande von 6 Sek. für beide zu vergleichende Druckreize geht die Erscheinung stark zurück, so daß damit die günstigsten Bedingungen zum Nachweis des Gesetzes gegeben sind.

Die Steigerung der Unterschiedsempfindlichkeit für die Süßempfindung bei bestimmten mittleren Konzentrationen (9% besonders) geht mit der Lustbetonung Hand in Hand, so daß diese selbst oder auch damit zusammenhängende Übungs- und Gewöhnungseinflüsse zur Erklärung herangezogen werden können. Ähnlich verhält es sich mit einer Kochsalzlösung von 2%.

An der Möglichkeit einer strengen Geltung des Weberschen Gesetzes muß demnach festgehalten werden.

7. Beim Drucksinn ergibt sich unter den gewählten Bedingungen — einzelner Druckpunkt als Reizstelle, Reizbereich zwischen 5000 g/qcm und 40000 g/qcm — für das Verhältnis $\frac{dR}{R}$: $^1/_4$ ein Wert, der zu den entsprechenden Zahlen K. Hansens für geringere Reizstärken gut stimmt. Die Unterschiedsempfindlichkeit für Süß ($^1/_{4,8}$) ist im Durchschnitt kleiner als die für Salzig ($^1/_{5,6}$).

8. Verschiedenheit der Weberschen Konstanten bei verschiedener Erregungsart ein und derselben Empfindungsqualität (Rohrzucker und Saccharin für Süß) spricht gegen eine psychologische Deutung des Gesetzes.

9. Bei Druckreizen tritt keine obere Abweichung auf, beim Geschmacksinn (Salzig) keine untere oder obere entgegen den Angaben von Fodor und Happisch.

10. Beim Drucksinn wird der absteigende Schritt (die erste Empfindung) bevorzugt, solange der Zeitabstand der Reize größer als eine halbe Sekunde ist. Für den Geschmacksinn trifft das gleiche zu, wenn kein Wasser nach dem ersten Reiz genommen wird.

11. Vergleichende Berechnungen über die beste Auswertungsform von Doppelurteilen, die zwischen Gleichheit und Verschiedenheit schwanken (= — +, — — = usw.) sowie über die Bedeutung falscher und richtiger Aussagen führten zu folgendem Ergebnis: Auf die Unterscheidung zwischen Richtig und Falsch kann nur verzichtet werden, wenn die Doppelurteile den Gleichheitsaussagen beigerechnet werden. Diese Art der Auswertung stimmt auffallend überein mit derjenigen, die nur die richtigen Urteile berücksichtigt und dabei die Doppelurteile lediglich nach der Verschiedenheit bewertet. Im Ganzen verdient das zweite Verfahren den Vorzug im Hinblick auf die bessere Übereinstimmung der Werte untereinander.

12. Aus der Dichte der sicheren Urteile lassen sich bemerkenswerte Schlüsse auf die Ursachen der Abweichungen vom Weberschen Gesetz ziehen, soweit letztere beim Drucksinn mit dem Zeitabstande der zu vergleichenden Reize und deren Stärke zusammenhängen.

13. Die Beurteilung der Annehmlichkeit von Rohrzuckerlösungen verschiedener Stärke führt zu einer Abänderung des üblichen Schemas vom Verhältnis der Reizstärke zu Lust—Unlust: dasselbe ist nicht zwei-, sondern dreiphasig (S. 432).

Tabelle I.

A. Aperiodische Funktionen.

I. Monotone Funktionen (F. ohne Maxima und Minima.)

1. Monoton zunehmende Funktionen (1. Diff. Qu. > 0) für positive Werte von x und y.

a) Konkav (2. Diff. Qu. < 0)		b) Konvex (2. Diff. Qu. > 0)	
α) mit Asymptote	β) ohne Asymptote	α) mit Asymplote	β) ohne Asymptote
1. Gebrochene Funktion $y=\frac{x+a}{x+b}$ für $\frac{a}{b}<1$	1. Parabel $y=x^{\frac{1}{n}}$	1. $y=\frac{a-bx}{x-1}$ für $\frac{a}{b}<x<1$	1. $y=x^n$
2. Log. der gebr. F. $y=\lg\frac{x+a}{x+b}$ für $\frac{a}{b}<1$	2. Log. $y=\lg x$	2. $y=\frac{a-be^x}{e^x-1}$ für $\frac{a}{b}<e^x<1$	2. $y=e^x$
3. Exponentialf. $y=1-e^{-x}$ für $\frac{a}{b}<1$	3. $y=\frac{1}{\frac{1}{e^x}-1}$	3. $y=\lg\frac{1}{1-x}$ für $x<1$	3. $y=\frac{1}{\lg\left(1+\frac{1}{x}\right)}$
		Umkehrfunktionen der entsprechenden konkaven Funktionen.	

2. Monoton abnehmende Funktionen (1. Diff. Qu. < 0).

(Hier kommen als einfache Funktionen im positiven Bereich nur konvexe Funktionen in Betracht.)

1. Indirekte Proportionalität $y=\frac{1}{x}$ (Hyperbel)
2. Indirekte Proportionalität zum Logarithmus $y=\frac{1}{\lg x}$ (für $x>1$) — Umkehrfunktion $y=e^{\frac{1}{x}}$
3. Logarithmus der indirekten Proportionalität $y=\lg\frac{1}{x}$ (für $x<1$) — Umkehrfunktion $y=e^{-x}$

} Diese Funktionen gehen aus den konkav zunehmenden F. mit Asymptote durch einfache Transformation hervor.

II. Funktionen mit einfachen Maximen.

a) Symmetrisch $y=e^{-x^2}$, b) unsymmetrisch: 1. $y=xe^{-x^2}$; Maximum für $x=\sqrt{\frac{1}{2}}$; Asymptote $y=0$; rascher an — als absteigend; ebenso 2. $y=e^{-x}\lg(1+x)$; 3. $y=\frac{1}{x}\cdot\frac{1}{\frac{1}{e^x}-1}$; 4. $y=(1+e^{-x})(1-e^{-\alpha x})$; Maximum um so früher, je größer α; entsprechend steilerer Anstieg; Asymptote $y=1$.

B. Rein periodische Funktionen.

$y=\sin x$ $\quad$ $y=\cos x$.

Tabelle II.

Funktion	Reihendarstellung	relat. Unterschiedsschwelle $\frac{\Delta x}{x}$ ($\Delta y = \text{const}$)
1. $y = \lg x$	$y = 2\left\{\frac{x-1}{x+1} + \frac{1}{3}\left(\frac{x-1}{x+1}\right)^3 + \frac{1}{5}\left(\frac{x-1}{x+1}\right)^5 + \cdots\right\}$ (konvergent für alle x)	$\frac{\Delta x}{x} = \text{const}$
2. $y = \lg(x+1)$	$y = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \cdots$ (konvergent für $x \leqq 1$)	$\frac{\Delta x}{x+1} = \text{const}$; $\frac{\Delta x}{x} = \Delta y + \frac{\Delta y}{x}$
3. $y = 1 - e^{-x}$	$y = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{6} - \cdots$ (konvergent für alle x)	$\frac{\Delta x}{x} \sim \frac{e^x}{x}\Delta y$
4. $y = \frac{2x}{x+2}$	$y = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{4} - \cdots$ (konvergent für $x < 2$)	$\frac{\Delta x}{x} \sim \frac{(x+2)^2}{4e}\Delta y = \Delta y + \frac{\Delta y}{x} + \frac{x\Delta y}{4}$
5. $y = \lg\frac{a+x}{b+x}\cdot\frac{b}{a}$	$y = x\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right) - \frac{x^2}{2}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{b^2}\right) + \frac{x^3}{3}\left(\frac{1}{a^3} - \frac{1}{b^3}\right) - \cdots$ für $a = \frac{b}{b+1}$ $y = x - \frac{x^2}{2}\left(1 + \frac{2}{b}\right) + \frac{x^3}{3}\left(1 + \frac{3}{b} + \frac{3}{b^2}\right) - \cdots$ (konvergent für $x < 1$)	$\frac{\Delta x}{x} \sim \frac{(a+x)(b+x)}{x}\cdot\frac{\Delta y}{b-a}$

Die Tabelle zeigt, wie gering die Abweichungen der einzelnen Funktionen voneinander für kleine Werte von x sind. Funktion 1 liefert Konstanz der relativen Unterschiedsschwelle (Webersches Gesetz in seiner ursprünglichen Fassung); Funktion 2 liefert die sogen. untere Abweichung, im übrigen asymptotisches Absinken; Funktion 3, 4 und 5 ergeben untere und obere Abweichung, wie überhaupt jede Funktion mit Asymptote eine obere Abweichung, und zwar ein Unendlichwerden der relativen Unterschiedsschwelle fordert.

Theoretischer Teil.

1. Allgemeine mathematische Voraussetzungen.

I. Übersicht über einfache typische Funktionen.

Es erscheint zweckmäßig, eine Übersicht über die für die Darstellung psychischer Gesetzmäßigkeiten in Frage kommenden einfachsten typischen Funktionen einer Veränderlichen im positiven Bereich an die Spitze zu stellen. Tabelle I gibt eine solche Übersicht, geordnet und eingeteilt nach den Wachstumsverhältnissen der Funktionen unter Weglassung der linearen Funktionen und der den Funktionscharakter nicht beeinflussenden Konstanten. Der Vollständigkeit halber sind auch solche Funktionen angeführt, auf die später nicht zurückgegriffen wird. Weitere zur Darstellung eventuell heranzuziehende Funktionen können durch folgende Methoden der Zusammensetzung leicht gewonnen werden:

1. Superposition, z. B. von rein periodischen Funktionen (Fouriersche Darstellung).

2. Multiplikative Zusammensetzung, z. B. $y = f(x) \cdot \sin x$ (Amplitudenänderung).

3. Funktion einer Funktion, z. B. $y = \lg x\,(a + \lg x)$ oder $\sin f(x)$ (Frequenzwechsel).

4. Transformation, z. B. Ersatz von x durch $a x' + b$.

In Tabelle II sind die zur Darstellung des Weber-Fechnerschen Gesetzes oder der an seine Stelle tretenden modifizierten Gesetze verwendeten Funktionen, ihre Näherungsdarstellung und die zugehörigen Ausdrücke für die relative Unterschiedsschwelle $\frac{\Delta x}{x}$ zusammengestellt.

II. Die grundlegenden Differentialgleichungen.

Die im folgenden zu diskutierenden Versuche einer Herleitung eines Erregunsgesetzes auf Grund physiologischer Ansätze gehen auf zwei Typen von Differentialgleichungen zurück:

(A) $\frac{dy}{dx} = k(a-y)$; integriert $x = \frac{1}{k} \lg \frac{a}{a-y}$ oder $y = a\left(1 - e^{-kx}\right)$

(B) $\frac{dy}{dx} = k(a-y)(b-y)$, wo $a \gtrless b$; die Integration ergibt

$$x = \frac{1}{k(b-a)} \cdot \lg \frac{a-y}{b-y} \cdot \frac{b}{a} \text{ oder } y = ab\,\frac{e^{k(b-a)x} - 1}{ae^{k(b-a)x} - b}.$$

Die Integrationskonstanten sind für beide Lösungen weggelassen, da für $x = 0$ $y = 0$ angenommen sei.

Die beiden Differentialgleichungen (A) und (B) drücken die Umsatzgeschwindigkeiten von mono- bzw. bimolekularen Reaktionen aus. Es sei bemerkt, daß (A) und (B) zugleich die Differentialgleichungen darstellen, die zu einem Teil der in Tabelle II aufgeführten Funktionen gehören, wenn auch deren Herleitung nicht auf dem Wege einfacher Integration derselben erfolgte; formal folgt nämlich: aus Gleichung (A) das Fechnersche Gesetz $x = \lg y$ für $a = 0$, $k = -1$; ferner die Funktion (3) $y = 1 - e^{-x}$ für $a = k = 1$; aus Gleichung (B) folgt Funktion (5), falls x durch $-y$ ersetzt wird.

Aus Gleichung (A) geht die später wiederholt uns begegnende Gleichung

$$(C)\quad \frac{dy}{de} = k(a - y) - k'y$$

hervor, deren Integration ergibt

$$y = B\ (1 - e^{-Ax}),\ \text{wo}\ A = k + k',\ B = \frac{ka}{k + k'}.$$

2. Auffassungsmöglichkeiten des Weberschen Gesetzes bezw. der an seine Stelle tretenden modifizierten Differential- und Integralgesetze.

A. Psychologische Deutung.

Die psychophysische Deutung des Weberschen Gesetzes im Sinner Fechners ergibt für die Darstellung der Empfindungsintensität die einfache logarithmische Funktion. Von einer Diskussion dieser heute preisgegebenen Auffassung wollen wir absehen. Aber auch für die psychologische Deutung liegt die Darstellung durch den Logarithmus am nächsten. Es drängt sich dabei die Analogie des Begriffes der »moralischen Hoffnung« Bernoullis auf. Der Zuwachs wird um so geringer geschätzt, je höher der Besitz ist; der subjektive Wert eines Zuwachses ist direkt proportional zum absoluten Zuwachs und indirekt proportional zum vorhandenen Besitz. Diese in der Volkswirtschaftslehre als Gesetz des abnehmenden Reizes auftretende Erscheinung findet ihren unmittelbaren Ausdruck in der symbolischen Darstellung $y = \lg x$, wo x der objektive, y der subjektive Wert ist. Es ist wohl kein Zweifel, daß im

Bereich der Wertung von Gütern und Übeln eine solche Deutung im großen ganzen zu Recht besteht. Wertmaßstab ist der vorhandene Besitz. Die Übertragung auf nichtwertende Beurteilung kann von zwei Gesichtspunkten ausgehen. Erstens von einem biologischen: Die Beurteilung eines Reizes und seine Beantwortung durch Erregung kann aufgefaßt werden als Wertung durch den Organismus. Der subjektive Wert eines Zuwachses für den Organismus ist um so geringer, je mehr seine Bedürfnisse bereits befriedigt sind. Wiewohl nun gerade die immer langsamer zunehmende Erregung auf stärker werdende Reize als eine zweckmäßige Einrichtung des Organismus erscheint und wiewohl eine biologische Deutung den unmittelbaren Anschluß an den »Relativitätssatz« im Bereich des Pflanzenwachstums und biologischer Vorgänge überhaupt zu liefern scheint, wird doch ein so allgemeiner metaphysischer und unkontrollierbarer Versuch einer Deutung, die übrigens bereits in das Gebiet einer physiologischen Theorie hinüberführen würde, nicht befriedigen. Immerhin ergibt sich von ihm aus bereits die Möglichkeit der Formulierung der Alternative: Ist diese Zweckmäßigkeit eine rein kausal erklärbare – diese Frage führt auf physiologische Ansätze – oder eine spezifisch organische, die die Annahme vitaler, teleologischer Faktoren notwendig macht? Ohne Erörterung der ersten kann die zweite Möglichkeit nicht behandelt werden. Zweitens kann eine Übertragung des Gedankens der Wertung hinführen zu einer Untersuchung des Wesens des Vergleichs und aus diesem die Relativität herzuleiten suchen. Wenn nämlich der Maßstab für die Beurteilung ein relativer ist, indem etwa der Ausgangsreiz als Einheit genommen werden muß, so ergibt sich das Webersche Gesetz unter der Voraussetzung, daß der Fehler, die Ungenauigkeit der Schätzung des variablen Reizes durch den Einheitsmaßstab des Ausgangsreizes, konstant ist.

Allein der Maßstab ist kein schlechthin relativer[1]). Dazu kommen die im ersten Teil und in den vorausgegangenen Veröffentlichungen geltend gemachten Einwände, die am Schlusse dieses Teiles noch einmal zusammengefaßt werden. Wir be-

1) M. Geigers (13) Zurückführung auf intentionale Gegenstände auf Grund von Versuchen über Vergleichung von Strecken als typischer Intensitätsgrößen versagt schon deshalb, weil Empfindungen keine intentionalen Gegenstände zugrunde liegen. Zudem dürfte die Erklärung hier auf anderem Gebiete zu suchen sein.

schränken uns im weiteren auf die Untersuchung der Möglichkeit einer physiologischen Erklärung und der für eine solche beschreitbaren Wege.

B. Physiologische Auffassung.

I. Formale Darstellung in Analogie zum Ohmschen Gesetz.

Wir erhalten die rein logarithmische Darstellung, wenn wir die Wirkung proportional zur sie verursachenden Erregung und indirekt proportional zu einem Widerstand setzen, der selbst proportional zur Erregung ist.

Diese Vermutung, die schon von G. E. Müller ausgesprochen wurde (vgl. Geyser, Lehrbuch der Psychologie), ist in der Veröffentlichung von Dingler-Pauli diskutiert. Sie ist Modifikationen, die etwaige Abweichungen liefern, zugänglich, fordert aber ihrerseits eine kausale Erklärung dieser Zunahme des Widerstandes.

II. Kausale Erklärung aus Elementarvorgängen.

1. Auf Grund von Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen. Wir wollen zunächst einige für Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen typische Ansätze an die Spitze stellen, die auf die Zuhilfenahme physikochemischer Gesetze und zeitlicher Veränderlichkeit verzichten und ein Erregungsgesetz im Sinne der Relativität liefern. Dabei kann die Wahrscheinlichkeitsannahme den Reiz oder die Aufnahmeorgane betreffen.

a) Räumlich diskontinuierliche Reize. Die Sinnesfläche werde während der Reizdauer von räumlich diskontinuierlichen Reizen getroffen etwa wie der Erdboden von Regentropfen. Dabei können die Reize von Hause aus diskontinuierlich gedacht werden oder durch Widerstände (Absorption) diskontinuierlich geworden sein, bis sie das entscheidende Aufnahmeorgan treffen. Die nervöse Substanz reagiere nach dem Alles- oder Nichts-Gesetz. Die Durchrechnung ergibt hier wie bei ähnlichen Ansätzen auf Grund von Wahrscheinlichkeitsüberlegungen eine (aus der geometrischen Reihe hervorgegangene) Exponentialfunktion $y = C\ (1 - q^R)$.

b) Variable Erregungstüchtigkeit der nervösen Elemente. Die nervöse Substanz enthalte n_1 Elemente, die auf eine in der Zeiteinheit ihnen zugeführten Reizenergie, ein »Reizquantum« ε reagieren, n_2 Elemente, die zur Reaktion

2ε brauchen usw. Die Wirkung sei proportional der Zahl der erregten Elemente. Durch einen Reiz von der raumzeitlichen Dichte $R\varepsilon$ werden also erregt $n_1 + n_2 + \ldots + n_R$ Elemente. Je nach der Häufigkeit des Vorkommens der Elemente von der i^{ten} Ordnung ergibt sich ein verschiedenes Erregungsgesetz. Wenn z. B. die n_i abnehmen im Sinne einer geometrischen Reihe ($n_1 = n$, $n_2 = nq$ usw.), so wird die Erregung durch den Reiz R proportional zu $n + nq + nq^2 + \ldots + nq^R$. Es ergibt sich dann wieder eine Exponentialfunktion.

Die Grundgedanken der Ansätze a und b — Verteilung der Reizenergie, Verteilung der Erregbarkeit — lassen sich kombinieren und variieren. So ist die Annahme quantenhafter Erregbarkeit durch kontinuierlich veränderliche Erregbarkeit ersetzbar; das Alles- oder Nichts-Gesetz ist durch stetige Erregbarkeit zu ersetzen; eine wechselnde zeitliche Bereitschaft der Elemente kann vorausgesetzt werden; statt der Verteilung im Sinne einer geometrischen Reihe kann eine andere Funktion der Häufigkeit zugrunde gelegt werden usw. Eine Diskussion der Brauchbarkeit solcher Ansätze ist nur an Hand empirischen Materials möglich, es wird später darauf zurückgegriffen. Alle diese Ansätze aber erfordern ihrerseits eine weitere kausale Unterbauung, die sie materiell begründet. Speziell bedeutet die Einführung einer variablen Erregungstüchtigkeit die Hereinnahme eines biologischen Faktors, wobei hier offengelassen werden kann, ob die »Zweckmäßigkeit« der Verteilung kausal entwicklungstheoretisch oder vitalistisch erklärt werden will.

2. Auf Grund physikochemischer Gesetze.

a) des Massenwirkungsgesetzes. Eine Reihe von Versuchen der Herleitung eines Gesetzes für die Abhängigkeit der Erregung von der Reizintensität berufen sich auf das Massenwirkungsgesetz. Die Mannigfaltigkeit einerseits, die Verwandtschaft andererseits dieser im folgenden Paragraphen zu diskutierenden Herleitungsversuche macht es notwendig, zur Sichtung, Zusammenfassung und Diskussion einige allgemeine Erörterungen hierzu vorauszuschicken. Nach dem Massenwirkungsgesetz stellt sich bei reversiblen Reaktionen stets ein Gleichgewichtszustand ein, der durch ein (bei gleichbleibender Temperatur) konstantes Verhältnis der Konzentrationen der beteiligten Stoffe charakterisiert ist. Dieses Gleichgewichtsgesetz kann einfach hergeleitet werden aus dem »Grundgesetz der chemischen Kinetik«, und dieses Grundgesetz ist es eigent-

lich, wovon in der Regel ausgegangen wird; die Reaktions-(Umsatz-)Geschwindigkeit in einem homogenen System ist in jedem Augenblick proportional zu der jeweils vorhandenen Konzentration der an der Reaktion beteiligten Stoffe, z. B. $v = k \cdot c_1 \cdot c_2$, falls je ein Molekül an der Reaktion $A_1 + A_2 \rightarrow B_1 + \ldots$ beteiligt ist. Allgemein ist $v = k \cdot c_1^{n_1} \cdot c_2^{n_2} \ldots c_i^{n_i}$, wo k die charakteristische Reaktionskonstante, c_i die jeweilige Konzentration der reagierenden Stoffe, n_i die Anzahl der an der Reaktion beteiligten Moleküle bedeutet. Der entgegengesetzte Vorgang, wodurch (bei einer reversiblen Reaktion) gleichzeitig die Stoffe B_1, B_2 usw. in die A_1, A_2 übergehen, vollzieht sich mit einer Geschwindigkeit $v' = k' \cdot c_1'^{n_1'} \cdot c_2'^{n_2'} \ldots c_i'^{n_i'}$. Die Differenz $V = v - v'$ ergibt die Geschwindigkeit, mit der der Umsatz dem Gleichgewichtszustand zustrebt, der erreicht ist, wenn $v = v'$ wird. Wenn die Reaktionsprodukte der einen Art jeweils weggenommen werden, haben wir eine »vollständige« Reaktion. Speziell im Organismus kommen Fälle vor, wo ein Gleichgewichtszustand fortwährend gestört und dadurch der Umsatz aufrechterhalten bleibt.

Für die Anwendung auf den Umsatz unter dem Einfluß eines Reizes empfiehlt sich schon mit Rücksicht auf die vorliegenden Lösungsversuche die Frage aufzuwerfen, welche Substanzen im nervösen Apparat in Reaktion treten sollen. Es kommen grundsätzlich in Betracht:

1. Eine zersetzbare nervöse Substanz A, die von Anfang vorhanden ist und im Laufe der Reaktion abnimmt;
2. die zersetzte Substanz B, wobei offengelassen sei, ob die Zersetzungsprodukte neutral oder ionisiert sind;
3. eine angenommene zersetzende Substanz C, die durch den Reiz erzeugt wird;
4. neugebildete oder neuzugeführte Substanz D;
5. erregungshemmende Stoffe E.

Für die Herleitung des Erregungsgesetzes in den zu diskutierenden Ansätzen kommt allerdings, wie gesagt, nicht so sehr das Massenwirkungsgesetz selbst, das ein statisches, ein Gleichgewichtsgesetz ist, in Frage, als vielmehr das Grundgesetz der chemischen Kinetik. Die Differentialgleichung für Reaktionen erster Ordnung (monomolekulare Reaktionen), bei denen je ein Molekül umgewandelt wird, ist die im ersten Paragraphen durch (A) bezeichnete Differentialgleichung $\frac{dx}{dt} = k\,(a-x)$,

wo x die Konzentration der zur Zeit t zersetzten Moleküle, a die Anfangskonzentration der zersetzbaren Moleküle, a—x also deren Konzentration zur Zeit t, und k die Umsatzkonstante ist. Diese Gleichung ist auch anwendbar für die hydrolytische Zersetzung, weil die Konzentration des Wassers infolge seiner überragenden Menge sich nicht merklich ändert. »Die biologische Bedeutung dieser Reaktion erster Ordnung ist deshalb besonders groß, weil ... die hydrolytischen Spaltungen, somit auch viele Fermentreaktionen nach diesem Reaktionstypus verlaufen« (3).

Für Reaktionen zweiter Ordnung (bimolokulare Reaktionen), bei denen zwei Molekülarten aufeinander reagieren, gilt die Differentialgleichung (B) $\frac{dx}{dt} = k\ (a-x)\ (b-x)$, wo a die Anfangskonzentration des ersten, b die des zweiten und x die Konzentration des zersetzten Stoffes ist.

Die beiden Gleichungen leiten sich aus wahrscheinlichkeitstheoretischen (kinetischen) Überlegungen her. Ihre Integration ergibt logarithmische bzw. Exponentialfunktionen, und darin liegt ihre Verwendbarkeit für die zu behandelnden Probleme.

Die beiden Gleichungen gelten für vollständig verlaufende Reaktionen. Berücksichtigt man die Gegenreaktion, durch die bei einem umkehrbaren Vorgang die Stoffe B wieder in die Ausgangsstoffe A zurückverwandelt werden, so kann man davon ausgehen, daß die beiden Reaktionen, ohne sich zu beeinflussen, nebeneinander hergehen, dann wird

$$\frac{dx}{dt} = k_1\ (a-x) - k_2\ (a_2-x) \cdots (C).$$

Die Gegenreaktion wirkt also im Sinne einer Verzögerung, einer Hemmung. Wir werden diesen zusammengesetzten Typ und seine Integration bei der Herleitung der Formel von Schjelderup kennen lernen.

b) der Theorie der Konzentrationsketten. Sind c_1 und c_2 die Konzentrationen an zwei Stellen eines elektrolytischen Leiters, so entsteht zwischen ihnen ein Potentialgefälle $E = K \cdot \lg \frac{c_1}{c_2}$ (14, 22, 31). Die Anwendbarkeit dieser Formel, die übrigens auf Grund thermodynamischer wie kinetischer Erwägungen auf dieselben Grundgedanken wie das Massenwirkungsgesetz zurückgeführt werden kann, ist sehr mannigfaltig. Die Nervenfaser enthält jedenfalls Gebilde verschiedener

elektrischer Leitfähigkeit. Tritt nun in dem Elektrolyten ein Konzentrationsunterschied auf, wie es der Fall ist, wenn durch einen Reiz die Biogene der Nervenfaser zersetzt werden, so kommt ein Strom zustande, durch den der stromerzeugende Konzentrationsunterschied des Elektrolyten wieder abnimmt. Dabei kann dahin gestellt bleiben, ob etwa die Fibrille als Leiter, die umgebende Fibrillensäure als Elektrolyt funktioniert oder ob andere Teile diese Funktion ausüben (31).

3. Diskussion vorhandener Ansätze.

1. Wertheim-Salomonson.

Wertheim-Salomonson hat auf Grund der Einwendungen Langelaans gegen die ursprüngliche Fassung und Herleitung seiner Formel in Bd. 107 von Pflügers Archiv eine ausführlichere in Bd. 108 der gleichen Zeitschrift gegeben, die wir zugrunde legen wollen.

Durch den Reiz R werde eine ihm proportionale Menge Q zersetzender, erregender Substanz — vgl. unsere Substanz C — in ein reizbares Organ »deponiert«. Sei E_e die jeweils vorhandene Konzentration dieser Substanz, E_r diejenige der jeweils vorhandenen erregbaren, reagierenden Substanz, so ist »nach dem Massenwirkungsgesetz«

$$-\frac{dE_r}{dt} = k E_r \cdot E_e; \text{ integriert } \lg E_r = -k \int_0^T E_e \, dt + C.$$

Setzen wir $E_e = Q \cdot f(t)$, wo f eine Funktion der Zeit ist, die für $t = 0$ 1, für $t = T$ (vollzogene Reaktion) 0 wird, so wird $\lg E_r = -kQ \int_0^T f(t)dt$. Das Integral setzt nun Wertheim-Salomonson gleich einer konstanten Zahl. Dann ist nach Umlauf der Reaktion noch an reagierender Substanz vorhanden $E_r = E_0 e^{-kQ\gamma}$.

Der Betrag der zersetzten Substanz ist also

$$E_0 - E_r = E_0 (1 - e^{-kQ\gamma}) = E_0 (1 - e^{-BQ}).$$

Diesem Betrag sei die Erregung bzw. Empfindung proportional.

Diskussion: 1. Der Vorgang entspricht, ausgedrückt durch die im vorigen Paragraphen eingeführten Buchstaben, einer Reaktion $A + C \rightarrow B$. Die Differentialgleichung ergibt sich aus unserer Gleichung (B) für $a = E_0$, $b = Q$, $E_e = Q - x$, $E_r = E_0 - x$. Wie kommt es, daß trotzdem die Wertheim-Salomonson-Lösung mit derjenigen der Differential-

gleichung, die wir angeführt haben, sich nicht deckt? Die allgemeine Lösung ergibt $\dot{x}$ als Funktion von t, in der Wertheim-Salomonson-Formel fällt t heraus. Ein Vergleich ergibt, daß E_e gar nicht als unbestimmte Funktion $Qf(t)$ angesetzt werden kann, sondern durch die Differentialgleichung selbst bestimmt ist. Die jeweils vorhandene Konzentration der erregenden Substanz kann von der jeweils vorhandenen Konzentration der reagierenden Substanz nicht unabhängig genommen werden. Es ist also bei der Wertheim-Salomonsonschen Integration keine Trennung der Variabeln vorgenommen. Nun ist allerdings $f(t)$ für $t=0$ Q und für $t=T$ 0, aber das Integral über E_e von o bis T ist doch nicht konstant, es sei denn, daß T selbst und f (t) unabhängig vom Reiz und der Konzentration E_r ist. Dies ist aber nicht der Fall. Streng genommen müßte $t=\infty$ genommen werden, damit Q vollkommen verbraucht ist. Aber auch wenn wir von einem gewissen t ab keine merkliche Zunahme der Fläche $\int E_e\,dt$ mehr erwarten, so wird der Betrag dieses Integrals doch nicht unabhängig von Q (vom Reiz) und von der Konzentration E_r, wie die Betrachtung der allgemeinen Lösung der Differentialgleichung (B) ergibt. Das Integral darf also nicht einer Konstanten γ gleichgesetzt werden, sondern nur näherungsweise einer Funktion des Reizes. Die Erfahrung zeigt auch, daß die Zeitdauer des nervösen Prozesses recht erheblich mit der Reizintensität variiert, worüber später ausführlicher zu sprechen sein wird. Es tritt bereits hier in Erscheinung, daß die Elimination der Zeit eine entscheidende Schwierigkeit für die Anwendung des Massenwirkungsgesetzes auf das vorliegende Problem darstellt.

Zu diesem Einwand kommen weiter die zwei folgenden:

2. Der wirksame Umsatz beginnt erst nach der »Deponierung« der hypothetischen erregenden Substanz Q. Von einer Wirkung während des Reizes selbst ist abgesehen, denn $f(t)$ bezieht sich auf die Abnahme von Q, nicht auf den zeitlichen Ablauf von R und seiner unmittelbaren Wirkung, der Schaffung von Q.

3. Von einem Einfluß neu zugeführter Substanzen, also von Stoffwechsel und Regeneration ist abgesehen.

Die willkürlichen Annahmen und Vernachlässigungen sind so entscheidend, daß darnach von einer befriedigenden kausalen Erklärung durch die Formel nicht gesprochen werden kann,

obwohl durch ihre Herleitung den mathematischen Einwänden Langelaans vorgebeugt ist.

2. Schjelderup.

(Annahme 1.) Schjelderup nimmt eine Reihe zersetzbarer Substanzen verschiedener Zersetzbarkeit an. Für jede gilt:

(Annahme 2.) Die Zersetzungsgeschwindigkeit ist proportional der Menge jeweils vorhandener zersetzbarer Substanz und der Reizintensität.

(Annahme 3.) Die Neubildungsgeschwindigkeit ist proportional der Differenz aus der ursprünglich vorhandenen und der zur Zeit t noch vorhandenen zersetzbaren Substanz.

Die zugehörige Differentialgleichung lautet:

$$(1) \qquad \frac{dx}{dt} = cR\,(S-x) - c'x$$

(resultierende Zersetzungsgeschwindigkeit = Dissimilation — Assimilation).

Sie entspricht einer Modifikation der Gleichung (A) für $S = a$ (das Wertheim-Salomonsche E_0 (vgl. Glg. (C) S. 441 u. 446). Die Integration ergibt

$$(2) \qquad x = B\,(1-e^{-At}),\ \text{wo}\ A = cR + c';\ B = \frac{cRS}{cR+c'}.$$

Schjelderup spaltet nun Gleichung (1) auf nach Zersetzungs- und Neubildungsprozeß und erhält so Ausdrücke für die Adaptions- und Ermüdungskurve einerseits, für die Erholungskurve anderseits, die mit dem von ihm angeführten empirischen Material gut übereinstimmen.

(Annahme 4.) Die Empfindung sei nun proportional dem Produkt aus Reiz und vorhandener Substanz. Kann letztere konstant gehalten werden, so wird die Empfindung proportional dem Reiz, die absolute Unterschiedsschwelle, nicht die relative wird dan konstant. Das entspricht Beobachtungen von Petrén-Johannsen für festgehaltene Adaption. Im allgemeinen entspricht die Adaption dem Gleichgewichtszustand. Durch den Übergang zu diesem fällt t weg! Aus (1) folgt

$$(3) \qquad cR\,(S-x) = c'x;\ x = \frac{cRS}{cR+c'};\ S-x = \frac{c'S}{cR+c'};$$

(4) Gesamterregung

$$\varepsilon = C\Sigma\frac{cRc_i'S_i}{c_iR+c_i'} = C\Sigma\frac{Rk_i'}{R+k_i},\ \text{wo}\ k_i = \frac{c_i'}{c_i},\ k_i' = c_i'S_i.$$

(Annahme 5.) Nun kommt erst die entscheidende Annahme, die die Voraussetzung (1) in einen passenden mathematischen Ausdruck einzukleiden erlaubt, daß nämlich die k_i' ungefähr konstant sind, die k_i indessen eine geometrische Reihe bilden.

Unter dieser Voraussetzung ergibt sich schließlich als Näherung $E = k \lg \frac{R+a}{R+b} \cdot \frac{b}{a}$, wo a der kleinste, b der größte Wert von k_i ist.

Diskussion: 1. Formal: für einen mittleren Bereich, wenn nämlich a sehr klein, b groß gegen R ist, ergibt sich $E = k \lg \frac{R}{a}$; wenn nur R gegen b vernachlässigt wird,

$$E = k \lg \left(1 + \frac{R}{a}\right).$$

2. Durch die Annahme (3) ist dem dritten Einwand, den wir gegen die Formel von Wertheim-Salomonson brachten, Rechnung getragen. Durch Übergang von der Kinetik zum Gleichgewicht entgeht Schjelderup den Schwierigkeiten, die die unabhängige Variable t für die Ableitung des Weberschen Gesetzes aus den Differentialgleichungen A bzw. B in sich birgt, und denen Wertheim-Salomonson, nachdem er seine erste Ableitung den Einwänden Langelaans — auch diese bezogen sich auf die zeitliche Abhängigkeit — entzogen hatte, nicht entgehen konnte.

3. Die endgültige Formel wird durch die Annahme (1) und (5) geliefert. Ob die vorausgesetzte Verteilung sich durch empirisches Material verifizieren läßt, sei dahingestellt; die Frage wäre aber dann, ob nicht unmittelbar durch eine Wahrscheinlichkeitsbetrachtung und Verteilungshypothese im Sinne des vorigen Abschnittes (S. 443) dasselbe Resultat erreicht werden könnte. Jedenfalls verdient es stärkere Hervorhebung, daß die Schjelderupsche Formel nicht nur auf physikochemischen Ansätzen beruht, sondern auch auf der Verteilung der nervösen Substanzen, also einer Annahme biologischer Zweckmäßigkeit.

4. Es verdient bemerkt zu werden, daß die Annahme (2) nicht mehr schlechthin als auf dem Massenwirkungsgesetz allein beruhend bezeichnet werden kann. R ist ja keine Substanz. Dies mag das Motiv für Wertheim-Salomonson gewesen sein, seine »deponierte« erregende Substanz Q einzuführen. Es liegt in der Annahme (2) bereits eine Hypothese über die

unmittelbare Wirkung des Reizes. Immerhin entspricht sie einem auch sonst in Physik und Chemie üblichen Verfahren, nur wäre für diesen ebenso wie für den später zu besprechenden Ansatz Lehmanns das einstweilen Hypothetische des Ansatzes noch chemisch zu fundieren.

5. Die Annahme (3) ist mehrdeutig. Die Neubildung kann gedacht werden als Rückbildung im Sinne eines reversiblen Vorganges, was wohl unwahrscheinlich ist, oder als Neubildung auf Grund zugeführter und mit der zersetzten Substanz reagierender Stoffe, oder als Zustrom neuer reagierender Substanz. Wir kommen damit in den Gedankenkreis Pütters.

3. Pütter.

Die Grundgedanken der Pütterschen Herleitung sind: Auch ohne Reiz besteht im Organismus ein stationärer Zustand des Stoffumsatzes und Stoffaustausches, der »Grundumsatz«. Unter dem Einfluß eines Reizes werden die Umsatzgeschwindigkeiten geändert, der Unterschied ist also nur ein quantitativer, kein qualitativer. Die auftretenden (umkehrbaren) Reaktionen sind dem Massenwirkungsgesetz unterworfen, der Stoffaustausch folgt dem Diffusionsgesetz. In Betracht kommen drei Stoffe: die A- (Ausgangs-) Stoffe, die S- (sensiblen) Stoffe und die R- (Erregungs-) Stoffe, die auseinander hervorgehen im Sinne der Gleichung $A \rightleftarrows S \rightleftarrows R$. Durch den Reiz wird die Konzentration der S-Stoffe erhöht, damit aber auch die Konzentration der R-Stoffe gesteigert, allerdings nicht in gleichem Maße, da ein Teil dieser wieder abwandert, und zwar um so mehr, je größer ihre Konzentration ist. Die Konzentration der R-Stoffe, wenn der Umsatz stationär geworden ist, bestimmt die Erregung.

Um die Betrachtung zu vereinfachen, beschränkt sich Pütter auf die Sinnesorgane und hier wiederum auf Licht- und Drucksinn. Bezeichnet x die Konzentration der S-Stoffe, a deren Anfangskonzentration, y die Konzentration der R-Stoffe, p die Geschwindigkeitskonstante der Reaktion $A \rightarrow S$, q diejenige für $S \rightarrow R$ und endlich r den Diffusionskoëffizienten der aus der Sinneszelle wieder abwandernden R-Stoffe, so ist die Zunahme der S-Konzentration

(1) $\frac{dx}{dt} = p(a-x) - qx$ (Glg. C); integriert $x = \frac{ap}{p+q}(1 - ce^{-(p+q)t})$,

wo c sich durch den Wert x_0 von x für $t = 0$ ergibt, also durch

die Ausgangskonzentration; anderseits ist die Zunahme der R-Konzentration

$$(2)\quad \frac{dy}{dt} = qx - ry;\ \text{integriert}\ y = \frac{apq}{r(p+q)}\left(1 + \frac{cre^{-(p+q)t}}{r-(p+q)} + de^{-rt}\right),$$

wo d sich durch den Ausgangswert y_0 von y für $t = o$ ergibt. Für $t = \infty$, praktisch aber schon nach kurzer Zeit wird

$$(3)\qquad x_\infty = \frac{ap}{p+q};\qquad y_\infty = \frac{apq}{r(p+q)}.$$

Durch Einwirkung des Reizes werde nun der Umsatz der S- in R-Stoffe beschleunigt, d. h. q wird größer. Pütter macht nun die weitere Annahme

(4) $q = q_0\,(1 + kJ)$, wo q_0 die Reaktionskonstante im Grundumsatz ist.

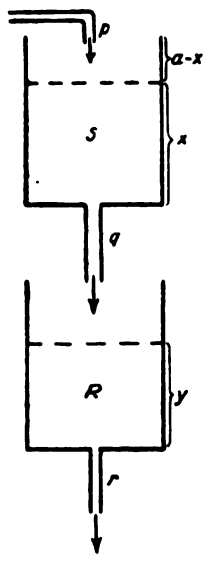


Fig. 8.

Den Ansatz veranschaulicht Pütter an einem Modell (Fig. 3), in welchem der Reizraum, in dem sich alle Umsätze abspielen, in zwei Gefäße zerlegt ist. Wenn die Konzentration der S-Stoffe durch die Höhe x im oberen Gefäß dargestellt ist, so ist die Zustromgeschwindigkeit der A-Stoffe gleich p (a — x), die Ausstromgeschwindigkeit der S-Stoffe in das untere Gefäß gleich qx. Die Konzentration der R-Stoffe ist durch die Höhe y im unteren Gefäß dargestellt, die Abwanderungsgeschwindigkeit der R-Stoffe ist ry. r ist Diffusionskoëffizient, q Reaktionskonstante, p kann als Reaktionskonstante $A \rightarrow S$ oder als Diffusionskoëffizient aufgefaßt werden. Durch geeignete Wahl des Maßstabes der Konzentration, der Zeit und der Reizintensität (d. h. der Konstanten $a = 100$, $p = 1$, $k = 1$) und durch entsprechende Wahl von q und r ($q = 0{,}01$, $r = 0{,}1$) erhält man unter der Annahme, daß die Reizschwelle für $J = 1$ erst nach unendlich langer Zeit erreicht wird als zugehörige Konzentration der R-Stoffe 19,61 (aus der Gleichung für y_∞). Unter den gemachten Voraussetzungen ergibt sich ferner durch passende Wahl von x_0 und y_0 die Bestimmung der Werte für c und d (als einer ganzen linearen bzw. gebrochenen Funktion von J). Die gemachten Annahmen werden nun geprüft

an experimentellem Material von v. Kries über den Zusammenhang zwischen Reizintensität und Reizdauer, wenn eine eben merkliche Empfindung hervorgerufen werden soll. Der Unterschied zwischen Beobachtung und Berechnung bewegt sich zwischen $+$ und -8%.

Entsprechend der Grundannahme, daß die Nullschwelle erreicht ist, wenn die R-Konzentration eine gewisse Höhe, nämlich 19,61 erreicht hat, wird nun auch angenommen, daß die Unterschiedsschwelle jeweils erreicht wird, wenn die R-Konzentration um einen konstanten Betrag wächst, und es ergibt sich auf Grund der gleichen Zahlen $\Delta y = 4{,}87$. Die Frage ist, wie J variiert, wenn y um 4,87 zunimmt. Es ergibt sich $\Delta J = \frac{0{,}487 \cdot (1{,}01 + 0{,}01\,J)^2}{0{,}99513 - 0{,}0000487\,J}$. Der Verfasser stellt aber diese allgemeine Formel nicht auf, sondern ermittelt die Werte für ΔJ durch Interpolation. Er spricht ΔJ unter Hinweis auf das Kurvenbild als Exponentialfunktion an. Das ist aber irreführend, ΔJ ist ebensowenig eine Exponentialfunktion von J wie y. Vielmehr sehen wir aus der Formel, daß ΔJ für $J > 20000$ ∞ wird, für größere J wird die Formel sinnlos. Natürlich kann man näherungsweise in einem ziemlich großen Bereich ΔJ sowohl wie y durch eine Exponentialfunktion darstellen, etwa durch $y = A\ (1 - 10^{-\alpha J}) + B$, wo in dem Zahlenbeispiel $A = 1000$, $B = 19{,}61$ ist und α für ein gegebenes mittleres y errechnet werden kann.

Die relative Unterschiedsschwelle $\frac{\Delta J}{J}$ ist, wie unsere Formel zeigt, für kleine J indirekt proportional zu J, erreicht für J in der Nähe von 100 ein Minimum und steigt wieder für große J; wir haben also eine obere und untere unendlich große Abweichung.

Wie nun aus dem Weberschen das Fechnersche Gesetz sich ergibt, so gewinnnt Pütter aus seinem Exponentialausdruck für ΔJ ein Gesetz für die Empfindungsintensität, indem er diese von der Nullschwelle ab nach der Anzahl der Unterschiedsschwellen in eine Reihe ordnet; die Intensität der Empfindung ist dann gleich der Anzahl der Unterschiedsschwellen $E = n$; $y = 19{,}61 + 4{,}87\,n$; $E = \frac{y - 19{,}61}{4{,}87}$. Da Pütter y gleich einer Exponentialfunktion setzt, ergibt sich hiernach auch für E eine Exponentialfunktion $E = A'\ (1 - e^{-BJ})$.

Der Verfasser sucht nun seine Form (natürlich mit anderen Zahlen als in einem schematischen Paradigma) zu bestätigen an den Versuchen von Stratton über die Druckempfindlichkeit und von König über die Unterschiedsempfindlichkeit für den Gesichtssinn und findet befriedigende Übereinstimmung. Nach den Ausführungen des ersten Teiles kann diese aber nicht als überzeugendes Argument zugunsten der Formel betrachtet werden.

Diskussion: 1. Formal: Es ist, wie gesagt, nicht richtig, daß y, Δy, ΔJ und E Exponentialfunktionen sind, sie sind vielmehr ihrer der Ableitung nach gebrochene Funktionen von J und können nur näherungsweise durch Exponentialfunktionen dargestellt werden.

Auch der Püttersche Ansatz liefert also für y und J monotone Funktionen von t, erklärt also nicht die Beobachtungen über eine Maximalzeit, für die die Erregung einen Höchstwert erreicht. Die Konstanten können nicht so gewählt werden, daß y für ein bestimmtes t ein Maximum wird, wenn es zugleich positiv bleiben soll. Daß die Püttersche Formel eine unendlich große obere und untere Abweichung fordert, wurde schon erwähnt.

2. Interessant ist nun ein Vergleich mit der Formel von Schjelderup. Wir erkennen in der Ausgangsgleichung (1) eine Kombination von Gleichungen des Typs (A), also einen speziellen Fall der Gleichung (C) wieder. Die Ausgangsgleichung (1) ist formal mit derjenigen von Schjelderup identisch für $p = cR$, $a = S$, $q = c'$; demgemäß gehen auch die Ausdrücke für x ineinander über. Inhaltlich aber sind die Rollen der beiden Terme auf der rechten Seite der Gleichung (1) gerade vertauscht. Die Pütterschen S-Stoffe sind Schjelderups zersetzbare Substanz; ihre Konzentration x entspricht bei Schjelderup der Konzentration S—x, während die Konzentration y der R-Stoffe bei Schjelderup der Konzentration der zersetzbaren Substanz, also seinem x entspricht. In Wahrheit entsprechen sich also nicht die beiden Gleichungen (1) von Pütter und Schjelderup, wie man nach der formalen Übereinstimmung zunächst glauben möchte, sondern aus der Pütterschen Gleichung (2) geht die Schjelderupsche Gleichung (1) hervor, wenn man statt y x, statt q cR, statt x S—x und statt r c' setzt. Durch dieselbe Substitution wird auch die

Püttersche Gleichung (1) mit der Schjelderupschen identisch, falls auch $p = c'$ gesetzt wird. Der Unterschied zwischen Plütters und Schjelderups Ansatz liegt also in folgendem:

a) Pütter verwendet 3, Schjelderup 2 Stoffe. Die Zunahme der für die Erregung entscheidenden R-Stoffe erfolgt bei Pütter durch die Reaktion $S \rightarrow R$, bei Schjelderup durch die Zersetzung infolge des Reizes; die Abnahme der R-Stoffe ist bei Pütter verursacht durch Diffusion, bei Schjelderup durch Neubildung bzw. Neuzufuhr.

b) Die unmittelbare Wirkung des Reizes besteht bei Schjelderup in der Zersetzung der zersetzbaren Substanz, bei Pütter in der Beschleunigung der Reaktion $S \rightarrow R$; dies entspricht dem Gedanken Pütters vom Grundumsatz, der durch den Reiz nur gesteigert werde.

c) Die Erregung ist bei Schjelderup proportional Reiz mal vorhandener Substanz, bei Pütter proportional der Anzahl der Unterschiedsschwellen, also eine ganze lineare Funktion der Konzentration y der zersetzten Substanz.

d) Ist Schjelderups Ansatz einfacher, insofern er mit 2 Substanzen auskommt, so ist er komplizierter, insofern er eine Reihe von Substanzen verschiedener Zersetzbarkeit annimmt.

3. Wie bei Schjelderup ergibt sich auch bei Pütter die Frage, ob die Neubildung chemisch-physikalisch erklärt werdenn kann oder biologisch erklärt werden müßte. Bei Schjelderup konnte die Assimilation gedacht werden als Neubildung auf Grund einer umkehrbaren Reaktion — das ist unwahrscheinlich — oder als Wiederaufbau durch eine Reaktion zwischen der zersetzten Substanz und den durch die Ernährung des Organs zugeführten Stoffen — das entspricht dem Sinn des Massenwirkungsgesetzes, aber die Ausdrucksweise Schjelderups für Annahme (3) ist dann unglücklich, wenn auch für den Ansatz richtig — oder endlich als Zustrom neuer zersetzbarer Substanz auf Grund des entstandenen Konzentrationsgefälles. Bei Pütter ist die Neubildung ursprünglich wohl zu verstehen als Ausdruck der reversiblen Reaktion $S \rightarrow A$. Allerdings ist nun richtig, was Schjelderup gegen Pütter einwendet, daß sein Modell eigentlich einen irreversiblen Vorgang veranschaulicht, in der Tat ist streng genommen die Reversibilität nicht vorhanden, doch kann,

worauf Pütter selbst hinweist, p auch die Rolle eines Diffusionskoëffizienten statt einer Reaktionskonstanten spielen.

Die Frage, ob ein chemisch-physikalischer Vorgang nach den Ansätzen von Schjelderup und Pütter möglich wäre oder ob die Assimilation organisch-biologisch erklärt werden muß, ist also wohl im ersteren Sinn zu beantworten, wobei angenommen wird, daß eine normale Ernährung die Stoffe zum Wiederaufbau der zersetzten Substanz oder die zersetzbare Substanz selbst liefert; eine durch die Arbeit des betroffenen Organs gesteigerte Nahrungszufuhr indes ist weder hier noch dort berücksichtigt, sie würde sich ausdrücken in einer Variabilität der Assimilationskonstanten.

4. Lehmann.

Wir skizzieren die Herleitung der umfassendsten Formel Lehmannns nach seinen »Grundzügen der Psychophysiologie«. Die durch die Reizung der Nerven hervorgerufene Tätigkeit der Nerven ist elektrolytischer Natur. Die Reizung geht aus von einer Zersetzung im gereizten Organ, der eine Assimilation entgegenwirkt.

(1) Die Dissimilation ist proportional dem Reiz R und dem jeweils vorhandenen Arbeitsvorrat V des Organs (V für $t=0$ sei K) $-D=qRV$.

(2) Die Dissimilation ist jeweils proportional der dissimilierten Gesamtmenge $-A=aU$.

(3) Nach T Zeiteinheiten beträgt darnach die zersetzte und nicht wieder aufgebaute Substanzmenge

$$U=\frac{KqR\{1-(1-qR)^T\ (1-a)^T\}}{1-(1-qR)\ (1-a)}.$$

(3a) Wenn a, $q:R$ und T klein sind, wird näherungsweise $U=qKRT$.

(3b) Wenn T groß ist, wird $U\infty=\frac{KqR}{a+(1-a)qR}$.

Nach einer bekannten Formel der theoretischen Chemie entsteht durch die infolge der Zersetzung auftretende Konzentrationsdifferenz zwischen Sinnesorgan und Zentralorgan eine elektromotorische Kraft

(4) $E=k\cdot lg\frac{C}{c}$, wo C die Konzentration im Zentralorgan und ruhenden Teil der Nerven ($C=K$ pro Volumeneinheit), c die Dichte an der Reizungsstelle ist (vgl. § 2). Nun wird

(5) $c = C - U'$, wo $U' = U$ pro Volumeneinheit, also die Konzentration der zersetzten Substanz ist. Setzt man diesen Ausdruck in Gleichung (4) ein, so ergibt sich für kleine T

(6a) $E = k \lg \frac{C}{C - q\,C\,R\,T}$ oder (wegen der vorausgesetzten Kleinheit von $q \cdot RT$) $E = k \cdot \lg (1 \mp q\,R\,T)$;
für große T ergibt sich durch Einsetzen

(6b) $E = k \lg \frac{a + (1-a)\,q\,R}{a\,(1 - q\,R)}$. Lehmann setzt indes, um Übereinstimmung mit dem experimentellen Material zu erhalten,

(6c) $E = k \lg \left(1 + \frac{R}{K}\right)$.

Berücksichtigt man, daß der Nerv während der Arbeit um so stärker ernährt wird, je größer die Inanspruchnahme, so tritt an Stelle von R eine Funktion von R, und zwar setzt Lehmann auf Grund experimenteller Befunde statt T bzw. $\frac{1}{K}$ $\frac{1}{K}(a - a_1 \lg R + a_2 \lg^2 R - \cdots)$, so daß sich als endgültig korrigierter Ausdruck ergibt

(6d) $E = k \lg \left(1 + \frac{R}{K}(a - a_1 \lg R + \cdots)\right)$.

Diskussion. 1. Formal: Die Formel kann nur für einen beschränkten Bereich gelten, der dadurch bestimmt ist, daß E reell und positiv bleiben muß. Dies ist der Fall, wenn $(a - a_1 \lg R > 0)$. Es tritt also auch formal zutage, daß die endgültige Formel nur als empirisch gewonnener Ausdruck zur Darstellung der Gesetzmäßigkeiten anzusprechen ist. Sie ergibt übrigens ein Maximum für $R = e^{-1 + \frac{a}{a_1}}$. Über die Herleitung der Unterschiedsschwellen siehe §§ 1 und 4.

2. Beziehung zu den bereits besprochenen Formeln: Die Annahme (1) über die Dissimilation entspricht genau der Annahme (2) von Schjelderup, angenähert dem Ansatz für die Umwandlung der S- in R-Stoffe bei Pütter und der Ausgangsgleichung bei Wertheim-Salomonson (für $\varepsilon_0 = R$). Die Annahme (2) über die Assimilation trägt wie die entsprechende Annahme Schjelderups dem Einwand gegen deren Vernachlässigung durch Wertheim-Salomonson Rechnung, und zwar deckt sich der Ansatz Lehmanns über die Assimilation mit demjenigen Schjelderups. Gleichung

(3) kann denn auch, was übrigens Schjelderup selbst andeutet, in Gleichung (2) von Schjelderup übergeführt werden. Setzt man nämlich $\alpha = c'$, $q\,(1-\alpha) = c$, $Kq = cS$, also $K = S\,(1-\alpha)$, so wird $U = \frac{cRS}{cR+c'} \cdot \left\{1-(1-c'-cR)^T\right\}$ und dieser Ausdruck geht in den Ausdruck für x bei Schjelderup über, wenn

$$1-c'-cR = e^{-(c'+cR)}.$$

Die Entwicklung der Exponentialfunktion in eine Reihe ergibt $1-c'-cR+\ldots$, fällt also mit dem aus der Lehmannschen Formel sich ergebenden Ausdruck in erster Näherung zusammen.

Wir können also den Lehmannschen Ausdruck für die zersetzte Substanz als Näherung für den Schjelderupschen Ausdruck ansehen, und zwar rührt das daher, daß Lehmann seine Formel schrittweise (näherungsweise) ableitete, indem er endliche Zeitintervalle statt unendlich kleine Zeitelemente verwendete. Würde Lehmann, was seinem Gedankengang vollkommen entspräche, die Differentialgleichung (1) von Schjelderup als Ausgangsgleichung angesetzt haben, so erhielte er den Schjelderupschen Ausdruck für die zersetzte Substanz.

U_∞ würde gleich $\frac{qRK}{qR+\alpha}$, wobei jetzt K, q, α die Bedeutung von S, c und c' hätten. Die Konzentrationsdifferenz $C-U_\infty$ würde dann identisch mit Schjelderups $S-x$, nämlich in den Lehmannschen Buchstaben gleich $\frac{\alpha C}{qR+\alpha}$. Setzt man diesen Wert in Gleichung (4) für c ein, so erhält man $E = k \lg \frac{qR+\alpha}{\alpha} = k \lg \left(1+\frac{q}{\alpha}R\right)$, ein Ausdruck, der gerade der von Lehmann aus empirischen Gründen gewählten Formel (6c) entspricht. Gleichung (6c) ist also in Wirklichkeit die aus der Theorie Lehmanns gewonnene Formel. Damit entfällt auch Schjelderups Einwand gegen Lehmann, daß nach Lehmann die Potentialdifferenz mit der Zeit wachsen müßte, was bekanntlich nicht der Fall ist. Schjelderup denkt offenbar an die Gleichung (6a), die auf Gleichung (3a) $U = qKRT$ beruht. Diese Gleichung gilt aber, wie Lehmann selbst ausspricht, nur näherungsweise für kleine T. Für große

T wird der Lehmannsche Ausdruck ebenso und aus demselben Grund von der Zeit unabhängig wie bei Schjelderup selbst, ja, bei exakter Durchführung deckt sich, wie wir sehen, sogar der Ausdruck U mit dem Ausdruck x Schjelderups. Wenn Schjelderup darauf Bezug nimmt, daß Lehmann selbst die Hilfshypothese einer Zapfenkontraktion einführe, die aber viel zu lange dauere, um die zunehmende Konzentrationsverminderung kompensieren zu können, so ist dazu zu sagen, daß diese Hypothese von Lehmann lediglich sich auf die Dauer des positiven Nachbilds bezieht. Für die Korrektur der Erregungsformel ist sie nicht gedacht und wie gesagt auch nicht nötig.

3. Immerhin ist die Zeitabhängigkeit auch für die Lehmannsche Formel eine schwache Stelle. Die Zeit wird aus der Erregungsformel, genau wie bei Schjelderup und Pütter, eliminiert durch Übergang zum Gleichgewicht, d. h. durch Übergang zu $t = \infty$, wodurch der Exponentialterm verschwindet. Die Beobachtungen aber würden eine Maximalzeit fordern. Also auch die Lehmannsche Formel läßt diese Frage unbeantwortet.

4. Das Neue an der Lehmannschen Formel und Herleitung ist die Kombination des Ausdrucks für die zersetzte Substanz mit der Formel $E = \lg \frac{C}{c}$. Die Verwendung dieses Ausdrucks und des Grundgedankens, der zu ihm führt, ist nahegelegt auch durch Beobachtungen über die Aktionsströme an Nerven, läßt übrigens physiologisch für konkrete Annahmen noch reichlich Spielraum. Die Physiologie kann hier weiteres entscheidendes Material für die Notwendigkeit oder gegen die Möglichkeit der Verwendung einer solchen Formel zutage fördern. Hervorgehoben zu werden verdient jedenfalls der ausschlaggebende Unterschied zwischen der Lehmannschen Formel und den bisher diskutierten Ansätzen. Während bei allen anderen Ansätzen die Intensität der Empfindung abhängig ist von der Wirkung des Reizes im Empfangsorgan, ist sie bei Lehmann bedingt durch den Umsatz im Zentralorgan, denn dieser ist proportional zu der elektromotorischen Kraft anzunehmen. Da wir nun doch das psychophysische Geschehen als im Gehirn sich vollziehend annehmen, müssen diejenigen Formeln, die für das Webersche Gesetz die Wirkung des Reizes auf das Geschehen an der Einfallstelle des Reizes ver-

antwortlich machen, stillschweigend voraussetzen, daß der Umsatz im Gehirn dem Umsatz im Aufnahmeorgan proportional ist. Diese Voraussetzung ist z. B. erfüllt, wenn für die Nervenerregung das Alles- oder Nichts-Gesetz gilt und für die Erregung entscheidend ist die Anzahl der zersetzten Elemente, von deren jedem eine Nervenverbindung zum Erfolgsorgan führt.

Eine besondere Beachtung verdient der Lehmannsche Gedanke im Hinblick auf seine zwanglose Vereinbarkeit mit dem Gesetz der spezifischen Sinnesenergien und mit der Annahme verschiedener Farbsubstanzen in der Netzhaut im Sinne der Theorie von Helmholtz. Sei nämlich die Konzentration für die drei Grundfarben in der nichtgereizten Netzhaut und die Konzentration der entsprechenden Stoffe im Sehzentrum C_1, C_2, C_3, und wird durch den Reiz nur eine Substanz, etwa C_1 zersetzt, so entsteht eine elektromotorische Kraft $E = k \lg \frac{C_1\ C_2\ C_3}{c_1\ C_2\ C_3}$; die nicht getroffenen Substanzen gehen also in den Ausdruck gar nicht ein.

Wichtig ist gegenüber der im nächsten Abschnitt zu diskutierenden Formel von Köhler, daß bei Lehmann die maßgebende Konzentration die der Biogene ist.

Der zweite Schjelderupsche Einwand, daß die Stelle niedrigerer Konzentration nicht negativ zu werden brauche, wie es die Lehmannsche Formel voraussetze, daß diese vielmehr auch von der Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen abhänge, ist kein zwingender gegen die Formel, solange wir über die chemische Natur der Zersetzungen keine konkreten Angaben machen können.

5. Zusatz: An anderer Stelle hat Lehmann eine Erregungsformel für den Gesichtssinn auf Grund der Annahme von Absorption in Analogie zu der Wirkung des Lichts auf eine lichtempfindliche Schicht hergeleitet, die unter Zuhilfenahme des experimentell gefundenen Ausdrucks für die Maximalzeit $T = a - a_1 : \lg R$ in einen dem hier diskutierten Ausdruck fast gleichen übergeht. Für die Maximalzeit wird der Stoffwechsel verantwortlich gemacht, der schon nach kurzer Zeit, schon nach Eindringen in geringe Tiefe dafür sorgt, daß ebensoviel Stoff zugeführt wird, als verbraucht wird. Es liegt also letzten Endes auch dieser Formel der Gedanke eines Gleichgewichts zugrunde, die logarithmische Funktion ist aber hier nicht zurückzuführen auf das Gesetz für Konzentra-

tionsketten, sondern auf den Ausdruck für die Absorption. Die Verwendbarkeit dieses Gedankens wurde übrigens in § 2 B II 1 a erwähnt. Im Sinne Lehmanns darf übrigens wohl diese Herleitung als eine bloß heuristische betrachtet werden.

5. Koehler.

Sehr nahe verwandt mit dem entscheidenden Ansatz Lehmanns ist derjenige Koehlers. Im einfachsten Fall ist die Wirkung eines Reizes die einer Dissoziation. Zwischen zwei Stellen von der Ionenkonzentration c_1 und c_2 entsteht eine Potentialdifferenz $\Phi_1 - \Phi_2 = k \lg \frac{c_2}{c_1}$. Diese Formel scheint auf den ersten Blick mit derjenigen von Lehmann identisch zu sein. Das ist aber keineswegs der Fall. Die Koehlersche Formel bezieht sich ihrer Herleitung nach auf das Potentialgefälle, das an der Grenzfläche verschiedener Konzentration ein- und desselben Elektrolyten auftritt. Die Formel Koehlers ist denn auch gedacht für den Simultanvergleich. Sie geht in das Webersche Gesetz für den Simultanvergleich über, wenn die Ionenkonzentration proportional der Reizintensität gesetzt wird; c_1 und c_2 sind also die Konzentrationen etwa in zwei benachbarten Netzhautgebieten. Worauf es Koehler ankommt, ist der Nachweis eines dynamischen Gestaltgeschehens. Die Formel Lehmanns würde für den Simultanvergleich ebenso wie für den Sukzessivvergleich eine relative Unterschiedsschwelle liefern, die sich aus $\frac{K+R+\Delta R}{K+R} = \text{konst.}$ berechnet. Formal geht zwar dieser Ausdruck in den Koehlerschen über, wenn K vernachlässigt werden kann; ein innerer Zusammenhang aber besteht nicht. Allerdings ist es wahrscheinlich, daß die Potentialgefälle an der Grenze verschieden stark gereizter Stellen in den Gesamtvorgang einzubeziehen ist, und daß das Verhältnis der beiden Konzentrationen bzw. der beiden Reize mit ausschlaggebend für die Unterschiedsempfindlichkeit ist; das ist übrigens auch nach der Lehmannschen Formel näherungsweise der Fall; daß aber die Unterschiedsschwelle lediglich abhängig sein soll von dem Verhältnis der Konzentrationen auf der Netzhaut, erscheint wiederum unwahrscheinlich. Es würde doch wohl schließlich auf das Konzentrationsverhältnis im psychophysischen Sektor ankommen. Nach der Auf-

fassung, nach der der Umsatz im Zentralorgan demjenigen im Sinnesorgan proportional ist, bliebe das Verhältnis erhalten. Dies ist aber kaum die Auffasung Koehlers, der gerade die Ganzheit des Prozesses, seine Gestalt betont und keine strenge Isolierung der Leitungsbahnen annimmt. Die Frage wäre, ob sich der Gedanke Koehlers mit demjenigen Lehmanns kombinieren ließe, indem man für Simultanvergleich elektromotorische Kräfte sowohl auf Grund der Konzentrationsunterschiede zwischen den verschieden stark gereizten Stellen wie auf Grund derjenigen zwischen diesen Stellen und den ruhenden Teilen der Nerven bzw. dem Zentralorgan annimmt, und endlich den Potentialsprung zwischen benachbarten Stellen im Sehzentrum berücksichtigt. Es könnte also dem Koehlerschen Gedanken Rechnung getragen werden durch eine korrigierte Lehmannsche Formel, die allerdings ziemlich kompliziert würde. Physiologisch wäre, um hier die Grundlagen zu liefern, an Hand der Erfahrung ein Modell zu schaffen, daß das Gestaltgeschehen im optischen Sektor als Ganzem veranschaulichen würde. Psychologisch wäre zu untersuchen, ob zwischen der Unterschiedsempfindlichkeit bei Simultanvergleichen und bei Sukzessivvergleich Verschiedenheiten bestehen. Ist das nicht der Fall, so scheint der Potentialsprung auf der Netzhaut nicht ausschlaggebend zu sein.

Eine direkte Kombination zwischen der Koehlerschen und Lehmannschen Formel ist auch deswegen nicht möglich, weil — und darin besteht ein weiter entscheidender Unterschied — Koehler den Ansatz macht, die Ionenkonzentration sei proportional dem Reiz. Das gilt nach Lehmann nur näherungsweise für kleine Reizdauer (ebenso bei Schjelderup; vergleiche auch die Versuche von Petrén-Johannsen). Koehler vernachlässigt also sowohl die Rolle der Zeit für die Zersetzung wie die der Assimilation. Würde er beide berücksichtigen, so käme er etwa auf Grund eines Ansatzes, wie wir sie kennen gelernt haben, zu dem Resultat, daß die Konzentration eine gebrochene Funktion des Reizes ist, die relative Unterschiedsschwelle würde dann aber mit der Lehmanns identisch.

6. Lasareff.

Wie die Koehlersche Formel zwar verwandt ist mit dem einen Grundgedanken Lehmanns, aber nicht eigentlich ab-

zielt auf einen Ausdruck für die Erregung schlechthin, so sind die auf die Reizung bezüglichen Arbeiten Lasareffs verwandt mit dem Grundgedanken der Ansätze 1 bis 3, aber auch nicht eigentlich auf die Ableitung einer Erregungsformel, sondern auf die Herleitung einer Formel für die Reizschwelle gerichtet. Lasareff geht aus von einer Ionentheorie der Reizung nach dem Loebschen Gesetz; die Reizschwelle ist erreicht, wenn $\frac{c_1}{c_2 + a} = \text{const}$, wo c_1 die Konzentration der erregenden, c_2 die der Erregung hemmenden Ionen ist. Für die Geschmacksempfindung z. B. nimmt Lasareff (28) eine je nach der Geschmacksqualität verschiedene spezifische sensible Substanz in den Papillen an, deren Konzentration wir entsprechend den bisher gewählten Bezeichnungen mit a—x bezeichnen wollen; durch den Reiz R, der proportional der Konzentration der erregenden Substanz ist, werde die Geschmackssubstanz in ionisierte Produkte zersetzt von der Konzentration x. Die Reaktionsgleichung lautet dann bei Lasareff in den von uns gewählten Buchstaben $\frac{dx}{dt} = -a_1 \cdot R \cdot (a - x) + a_2 x$. Dabei bedeutet a_1 den Reaktionskoeffizienten für die Zersetzung der Geschmackssubstanz in die ionisierten Produkte, a_2 den Reaktionskoëffizienten für die Neubildung der Geschmackssubstanz. Die Formel ist also identisch mit derjenigen von Schjelderup bzw. Lehmann. Die Reizschwelle ist erreicht, wenn die Konzentration der Ionen (in der allgemeinen Loebschen Formel c_1) einen gewissen Wert B erreicht hat. Lasareff vergleicht nun die rechnerischen und experimentellen Ergebnisse für den Schwellenwert bei verschiedener Konzentration und Reizdauer. Auf die Unterschiedsschwelle geht er nicht ein, sein Ansatz würde aber nach dem Gesagten nichts Neues liefern. Allerdings faßt er die Integrationskonstante allgemeiner wie Schjelderup. Ein entscheidend neuer Gedanke würde sich aus der vorausgesetzten Loebschen Formel nur dann ergeben, wenn in die Differentialgleichung ein Term einginge, der die Produktion von erregungshemmender Substanz repräsentieren würde. Beachtenswert ist die Bemerkung Lasareffs, daß a_2 streng genommen keine Konstante ist, sondern eine Funktion der Konzentration der erregenden Substanz, d. h. des Reizes.

Zusammenfassung.

Wir haben neben der Kritik der einzelnen Formeln einen verhältnismäßig breiten Raum der Inbeziehungsetzung derselben gewidmet, weil in den Originalarbeiten eine solche meist nicht oder nur andeutungsweise erfolgt, so daß die Ansätze wie zusammenhanglos nebeneinander stehen. Es zeigt sich, daß die Ansätze auf drei Grundgedanken zurückgeführt werden können:

1. Auf das Grundgesetz für chemische Kinetik und das Diffusionsgesetz, und zwar gehen sämtliche Ansätze mit Ausnahme des nicht haltbaren Ansatzes von Wertheim-Salomonson auf die Grundgleichung für monomolekulare Reaktion, unsere Gleichung (A) bzw. (C) zurück. (Schjelderup, Pütter, Lehmann, Lasareff.)

2. Auf die Formel für Konzentrationsketten $E = k \lg \frac{C}{c}$ (Lehmann), die formal übereinstimmt mit dem Ausdruck für den Potentialsprung an der Grenzfläche der Konzentration C und c in einem Elektrolyten.

3. Auf verschiedener Zersetzbarkeit der Substanzen (Schjelderup). Lehmann kombiniert den Grundgedanken 1 und 2, Schjelderup den Grundgedanken 1 und 3, Pütter verwendet den ersten Grundgedanken für drei Substanzen.

Die Abhängigkei der Erregung von der Zeit wird darnach in allen Formeln, in die die Zeit eingeht (sämtliche mit Ausnahme der Koehlerschen), ausgedrückt durch eine Exponentialfunktion $E = A\,(1 - e^{-Bt})$. Der stationäre Zustand ist erreicht, streng genommen, erst nach unendlich langer Zeit. Für ihn ergibt sich eine gebrochene Funktion des Reizes (Schjelderup, Pütter, Lehmann, Lasareff). Eine Maximalzeit ergibt sich aus keiner Formel.

Die Rolle des Reizes ist in den verschiedenen Ansätzen verschieden. Schjelderup, Lehmann und Lasareff setzen die Zersetzungsgeschwindigkeit proportional dem Reiz; Pütter schreibt dem Reiz eine Zersetzungsbeschleunigung zu; Koehler setzt die zersetzte Menge selbst proportional dem Reiz.

Maßgebend für die Empfindung ist nach Schjelderup das Produkt aus Reiz und jeweiligem Arbeitsvorrat,

nach Pütter die Anzahl der Unterschiedsschwellen, deren jede durch eine konstante Zunahme der Konzentration der zersetzten R-Substanz bestimmt ist (derselbe Grundgedanke liegt den Lasareffschen Arbeiten über die Reizschwelle zugrunde), nach Lehmann der Umsatz im Zentralorgan, der proportional der elektromotorischen Kraft zwischen Sehzentrum und Aufnahmeorgan ist, nach Koehler für den Simultanvergleich das Potentialgefälle zwischen zwei Stellen verschiedener Konzentration.

Die Anschauung von der Art der Nervenleitung ist bei Lehmann eine andere wie bei den übrigen Autoren. Während diese, wenn auch sie für das psychophysische Geschehen die Vorgänge im Zentralorgan verantwortlich machen wollen, Proportionalität zwischen dem Umsatz im Aufnahme- und Zentralorgan annehmen müssen, nimmt Lehmann nach dem Modell eines künstlichen Nerven und auf Grund der Erfahrungen in bezug auf den Aktionsstrom eine Leitung in einem Elektrolyten an.

Zur Erleichterung des Vergleiches sind die Ansätze in ihren Beziehungen und Verschiedenheiten in Tabelle III noch zusammengestellt.

4. Empirisches Material.

Das zur Entscheidung über die Brauchbarkeit der theoretischen Ansätze für das Webersche Gesetz in Frage kommende empirische Material läßt sich in drei Gruppen zusammenfassen: 1. Untersuchungen über die zeitliche Abhängigkeit der Erregung (Anstieg, Maximalzeit, Adaptation, Ermüdung, Erholung, Nachwirkung). 2. Untersuchungen über die Unterschiedsempfindlichkeit, speziell über die obere und untere Abweichung. Auch die Frage des Zusammenhangs von Reizschwelle und Unterschiedsschwelle spielt hier herein; ferner ist im Hinblick auf den Simultanvergleich daran zu denken, die gestalttheoretische Betrachtung heranzuziehen. 3. Physiologische Untersuchungen über die Aktionsströme an Nerven und Sinnesorganen. Wir wollen uns im folgenden auf wenige Tatsachen beschränken, die teils in der Diskussion unter diesem Gesichtspunkt noch nicht eingehend gewürdigt worden sind, teils neueren Untersuchungen zu verdanken sind.

I. Maximalzeit.

Die Frage der Abhängigkeit der Erregung von der Zeit ist von Schjelderup, Lehmann, Pütter und Lasareff

erörtert worden, und zwar haben Schjelderup und Lehmann die Adaptation, Ermüdung und Erholung an Hand ihrer in bezug auf die zeitliche Abhängigkeit ja wesensgleichen Formeln für die Dissimilation und Assimilation untersucht mit dem Ergebnis guter Übereinstimmung. Pütter und Lasareff haben die Zusammengehörigkeit der Reizintensität und Reizdauer unter dem Gesichtspunkt der Reizschwelle untersucht und zur Bestätigung ihrer Herleitung bzw. zur Bestimmung der Konstanten verwendet.

Im allgemeinen darf man wohl sagen, daß die Exponentialausdrücke — und von dieser Art sind sämtliche diskutierten Formeln in bezug auf die Zeit — dem Material in befriedigender Weise angepaßt werden können und wohl als erste Näherung angesprochen werden können. Anders ist es mit der Wiedergabe der Maximalzeit. Wir haben wiederholt darauf aufmerksam gemacht, daß keine der besprochenen Erregungsformeln der Tatsache gerecht wird, daß nach einer bestimmten Dauer ein Maximum der Erregung auftritt, während nachher die Erregungskurve langsam und bei Fortdauer des Reizes wohl asymptotisch absinkt, und daß diese Zeitdauer um so kleiner ist (allerdings nicht indirekt proportional), je größer die Reizintensität ist. Andererseits wären gerade diese Beobachtungen für quantitative Formulierung verwertbar, weil hier von verschiedenen Seiten übereinstimmendes und, wie wir sehen werden, recht gut in einer einfachen Formel darstellbares Material vorliegt.

So findet Mc Dougall den aus folgender Tabelle hervorgehenden Zusammenhang zwischen Lichtstärke und Maximalität:

$J =$	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048
$T_{beob.}$ (in σ) =	200	183	150	142	127	100	89	78	66	61	55	49
Verschm.-Zahl $n = \frac{2000\,\sigma^1)}{T} =$	10	11	13	14	16	20	22	26	30	33	36	40
$T_{ber.} =$	—	—	—	150	125	100	86	75	67	60	55	50

Aus den unterstrichenen Werten ergibt sich: zu $n = 20$ gehört $J = 22 \cdot 8^0$, zu $n = 20 + 1 \cdot 10$ $J = 32 \cdot 8^1$, zu $n = 20 + 2 \cdot 10$ $J = 32 \cdot 8^2$; allgemein wird

$$n = \frac{10}{3} + \frac{10}{3 \log 2} \log R \quad (\log \text{ für die Basis } 10;\ T \text{ in sec})$$

$$\frac{1}{T} = \frac{5}{3} + \frac{5}{3 \log 2} \log R$$

1) Vergl. 38.

Die Formel stimmt sehr gut überein mit den Beobachtungen zwischen $I = 8$ und $I = 2048$, dagegen versagt sie für die kleinen Werte 1, 2, 4. Nun sagt Dougall selbst, daß die Bestimmung für die niedrigen Lichtstärken nach seiner Methode weniger genau war. Dazu kommt, daß für so kleine Intensitäten nicht dieselbe Formel gültig bleiben kann, weil hier der Dunkelapparat in Funktion tritt.

Zum Vergleich seien herangezogen die von Porter für die Werte von v. Kries aufgestellten Formeln für die Verschmelzungszahlen (32a).

$$n = 25{,}21 + 12{,}106 \log J$$
bzw. $n = 19{,}25 + 1{,}246 \log J$ (J in englischen Meterkerzen).

Die zweite Formel gilt für $J < \frac{1}{4}$ engl. Meterkerze.

Eine Umrechnung für gleiche Verschmelzungszahl ($n = 33{,}5$) ergibt, daß die Dougallschen Einheiten etwa 132,42 mal kleiner sind als eine englische Meterkerze.

Unsere aus den Dougallschen Angaben errechnete Formel lautet umgerechnet auf englische Meterkerzen

$$n = 26{,}82 + 11{,}07 \log J$$
statt $n = 26{,}21 + 12{,}11 \log J$ bei Porter.

Die Übereinstimmung mit den Beobachtungen Mc Dougalls reicht nach unserer Formel also weiter herunter als die der Porterschen Formel mit den v. Kriesschen Werten. Für 1, 2, 4 deckt aber auch die zweite Formel Porters die Beobachtungen Mc Dougalls nicht. Diese beiden Diskrepanzen lassen sich erklären

1. durch die von Dougall selbst hervorgehobene Ungenauigkeit für diese kleinen Intensitäten,
2. durch die Vermutung, daß die Formel $n = \frac{2}{T}$ für kleine Lichtstärkenn nicht mehr exakt gilt.

Immerhin ist die Darstellung $\frac{1}{T} = a + a_1 \lg I$, die auch durch neueste Untersuchungen Hartmanns wieder bestätigt wird eine so selten gute, daß eine Herleitung einer Formel für den Zusammenhang von Reiz und Empfindungsintensität, die eine zeitliche Abhängigkeit überhaupt enthält, diese Beziehung mindestens in guter Annäherung liefern müßte. Dazu kommt, daß nach den Versuchen Fröhlichs auch für die Aktions-

ströme sich Maximalzeiten ergeben, die angenähert durch einen Ausdruck $\frac{1}{T} = a + a_1 \lg R$ gedeckt werden.

Die Exponentialformeln $x = A\ (1—e^{-Bt})$ liefern nun zwar wie gesagt kein Maximum im Endlichen; immerhin machen sie eine Aussage über die Anstieggeschwindigkeit; diese ist proportional zu AB; bei geradlinigem Aufstieg wäre die Anstieggeschwindigkeit $\frac{A}{T}$, wo T die Anstiegdauer; also $\frac{1}{T} = B = cR + c'$ (vergl. S. 449 in anderen Benennungen). Nun ist sicher die wirkliche Anstiegsdauer größer, was sich um so mehr geltend macht, je größer der Reiz ist. Man darf also wohl auf eine relative Zunahme von $\frac{1}{T}$ schließen und näherungsweise $\frac{1}{T} = a + a_1 \lg R$ setzen. Es besteht also anscheinend wirklich ein innerer Zusammenhang zwischen dem Weberschen Gesetz und der Kurve für die Verschmelzungsfrequenz, so daß diese nicht bloß wegen formaler Analogie, sondern auch aus inneren Gründen mit dem Weberschen Gesetz im Relativitätssatz zusammengefaßt werden kann. Für die diskutierten Formeln ergibt sich aus dieser Erwägung, daß die Annahme Schjelderups, der Erregungsprozeß ist proportional dem Produkt aus Reiz und vorhandener zersetzbarer Substanz, nicht brauchbar ist; denn darnach müßte die Erregung beim Einsetzen des Reizes am größten sein. Die Formeln von Pütter und Lehmann können, was die zeitliche Abhängigkeit betrifft, nur als Näherungen betrachtet werden. Die Anwendung des Grundgesetzes der chemischen Kinetik und des Diffusionsgesetzes allein liefern auch keine Aussicht auf Gewinnung eines Maximums. Ein solches Verhalten würde gedeckt etwa durch einen Ausdruck $E = A\ (1 + e^{-t})\ (1 - e^{-\alpha t})$; das würde der Annahme entsprechen, daß die Assimilation eine variable sei. Diese Vermutung spricht, wie wir erwähnt haben, auch Lasaroff aus. Die Assimilationskonstante wäre zu ersetzen durch eine Funktion von Reiz und Zeit. In dieser Richtung werden sich die weiteren experimentellen und theoretischen Untersuchungen zu bewegen haben.

II. Die neueren experimentellen Ergebnisse über die Unterschiedsempfindlichkeit.

Es ist bereits im ersten Teil hervorgehoben worden, daß und warum auf die Übereinstimmung einer theoretisch hergeleiteten Formel mit älteren Versuchsergebnissen wie denen von Stratton und König kein entscheidendes Gewicht gelegt werden kann. Die Fehlerquellen sind größer, als daß sie eine Entscheidung zwischen mehreren Formeln treffen lassen, die bei passender Wahl der Konstanten in einem mittleren Bereich ja nur wenige Prozent voneinander abweichen. Eine Auswahl zwischen den möglichen Formeln etwa von Pütter oder von Lehmann wird vor allem an die experimentellen Ergebnisse über die untere und obere Abweichung sich halten müssen. Nun haben die im ersten Teil berichteten Versuche aus dem Bereich des Drucksinns und Geschmacksinns ergeben, daß jedenfalls für diese Sinnesgebiete von einer unendlichen oberen und unteren Abweichung nicht gesprochen werden kann; eine obere Abweichung hat sich überhaupt nicht ergeben, eine untere Abweichung fehlt völlig beim Geschmacksinn, beim Drucksinn ist zwar ein Absinken der relativen Unterschiedsschwelle zu bemerken, aber die untere Abweichung wird offenbar nicht unendlich groß, sie kann wohl sogar durch plausible Annahmen erklärt werden, durch welche die größere Ungenauigkeit für kleine Intensitäten auf schwer zu beseitigende Mängel der Apparatur einerseits, auf größeren Einfluß störender physiologischer und psychologischer Nebenumstände anderseits zurückgeführt wird. Darnach würde von den beiden Formeln, gegen die bisher grundsätzliche Einwände nicht erhoben werden konnten, der Pütterschen und der Lehmannschen, die erstere ausscheiden. Ganz allgemein dürfen wir sagen: wenn durch verbesserte Methode eine unendlich große untere und obere Abweichung als nicht vorhanden erwiesen und bestätigt werden kann, so scheiden asymptotische Erregungsformeln aus. Die Lehmannsche Formel $E = k \lg (1 + \frac{R}{K})$ ergibt für die relative Unterschiedsschwelle $\frac{\Delta R}{R} = \Delta E \left(1 + \frac{K}{R}\right)$, $(R > 0)$; wenn K sehr klein, so ergibt sich also ein allmähliches Absinken, wie es ja beim Drucksinn in der Tat zu beobachten ist. Allerdings hat Lehmann selbst das Bedürfnis, seine Formel durch Zu-

satzglieder noch zu korrigieren; die Berücksichtigung der Maximalzeit würde für die Formulierung wohl wegweisend sein.

Scheinen somit die im ersten Teil berichteten Ergebnisse eine Formel zu stützen, die jedenfalls in erster Näherung Konstanz der relativen Unterschiedsschwelle liefert, so stellen sie ein neues Problem durch die Beobachtung, daß in einem gewissen Bereich die Unterschiedsempfindlichkeit zunimmt, $\frac{\Delta R}{R}$ also vorübergehend absinkt, in einem Bereich, der sich praktisch deckt mit jenem Empfindungsgebiet, das uns aus Alltagserfahrungen bekannt ist, und der wenigstens für Süßempfindungen lustbetont ist (vgl. S. 432). Dieses Verhalten läßt folgende Erklärungsmöglichkeiten zu: 1. eine psychologische Erklärung: die Empfindlichkeit ist hier größer, das Unterscheidungsurteil leichter, weil uns ein feinerer Maßstab zur Verfügung steht: ein wenn auch nicht bewußtes Wiedererkennen an dem absoluten Eindruck als Maßstab; 2. eine rein chemische Erklärung: die Reaktion hat in diesem Bereich ein singuläres, anomales Gebiet, in dem eine selektive Reaktion eintritt; 3. eine biologische Erklärung: die Zufuhr ist für das betreffende Gebiet eine ausgezeichnete; 4. eine Erklärung auf Grund der Verteilung der Erregungstüchtigkeit der Elemente: die Elemente, welche auf die bevorzugte Konzentration reagieren, sind in besonders großer Zahl vorhanden. Eine Entscheidung ist schwer zu treffen; es ist auch nicht ausgeschlossen, daß mehrere Erklärungsmöglichkeiten kombiniert werden sollten. Am wenigsten wahrscheinlich scheint die rein chemische Erklärung. Die natürlichste Erklärung ist jedenfalls die, in der schärferen Empfindlichkeit einen Übungseffekt zu sehen; d. h. der Empfindungsquant ist dank der Gewöhnung kleiner. Immerhin mögen auch der 3. und 4. Grund, also biologische Faktoren den Effekt unterstützen.

Von Interesse wäre theoretisches und experimentelles Material über den Zusammenhang von Reizschwelle und Unterschiedsschwelle. Lasareffs und Pütters Untersuchungen würden hier wohl den Ausgangspunkt zu bilden haben. Das vorhandene Material reicht zu einer abschließenden Urteilsbildung noch nicht hin.

III. Physiologisches Material, Aktionsströme.

Die Abhängigkeit der Stärke der Aktionsströme an Nerven und Sinnesorganen von der Reizstärke zeigt einen ähnlichen

Verlauf wie das Erregungsgesetz für die Sinnesempfindung; auch die Kurve für die Maximalzeit (9,38) ist der für den Gesichtssinn ermittelten analog. Diese Tatsachen gehören bekanntlich zu denjenigen, auf die sich die physiologische Theorie des Weberschen Gesetzes besonders beruft.

In der Tat ist die Darstellung der Abhängigkeit der Stärke des Aktionsstromes von der Reizstärke durch eine logarithmische Kurve oft außerordentlich befriedigend (vgl. Fröhlich (9) Fig. 20). Die zwangloseste Herstellung nun eines inneren Zusammenhangs zwischen dieser Gesetzmäßigkeit und dem Weberschen Gesetz liefert der Lehmannsche Ansatz und seine Formel, die sich durchaus sinngemäß hieher übertragen lassen. Wie im lebenden Organismus scheinen auch hier Assimilation und Dissimilation einem Gleichgewichtszustande zuzustreben — Froehlich weist darauf hin, daß die Stoffwechselintensität eine recht große sei —, die Leitung zwischen dem gereizten und dem ungereizten Teil des Organs würde an Stelle der Nervenleitung zu treten haben.

Es liegt hier einn weites Gebiet, auf dem sinnesphysiologische und sinnespsychologische Untersuchungen sich zusammenfinden können. Die von Froehlich festgestellten rhythmischen Vorgänge in der Netzhaut zeigen, daß durch den Ansatz des Massenwirkungsgesetzes die Vorgänge nur summarisch und in erster Näherung erfaßt werden. Frequenz und Intensität des Netzhautrhythmus sind sowohl von der Intensität als von der Qualität des Reizes abhängig. Die Erregbarkeit der Netzhaut ist verschieden für verschiedenfarbiges Licht, trotzdem die Reizschwellen für verschiedene Farben sich nicht wesentlich unterscheiden. Es wäre wertvoll, mit diesen Beobachtungen psychologisches Material über die Unterschiedsempfindlichkeit für die verschiedenen Farben vergleichen zu können. Selbstverständlich wäre bei Vergleichen jeweils die Temperatur des zur Untersuchung verwandten Organismus in Rechnung zu stellen. Auch in bezug auf zeitliche Verhältnisse (Ermüdung, Erholung) sind physiologische Untersuchungen besonders geeignet, Klarheit zu schaffen.

Nicht unerwähnt soll hier bleiben, was Froehlich über das Gesetz der spezifischen Sinnesenergien sagt. In der ersten Mitteilung (9) gibt er der Meinung Ausdruck, daß zwar jedes Sinnesorgan auf die ihm zugewiesenen adäquaten Reize be-

sonders reagiere dank seiner spezifischen Energie, daß aber etwa eine Verbindung des peripheren Teils des Sehnerven mit dem zentralen Teil des Riechnerven bewirken würde, daß »trotz der spezifischen Energie der Netzhaut jede adäquate Reizung derselben eine Gruchsempfindung auslösen müßte. In der zweiten Mitteilung (9) betont er besonders die anatomische Beziehung der Nerven eines Sinnesorgans zu ganz bestimmten Teilen des Zentralnervensystems. Diese zweite Auffassung wäre im Gegensatz zu der ersten mit der gelegentlich der Besprechung der Lehmannschen Formel geäußerten Vermutung verträglich, daß Konzentrationen bestimmter Substanzen im Sinnesorgan solche gleicher Substanzen im Zentralorgan entsprechen. Allerdings denkt Froehlich offenbar nicht so sehr an substanziale als an funktionale Eigenschaften, doch sind ja diese nicht wohl trennbar.

5. Der Relativitätssatz und sein Zusammenhang mit dem Weberschen Gesetz.

1. Für höhere psychische Leistungen speziell Gedächtnisleistungen.

Von den Erfahrungstatsachen, die wir aus der experimentellen Gedächtnispsychologie kennen und die R. Pauli zusammen mit anderen Gesetzmäßigkeiten in den Relativitätssatz zusammengefaßt hat, wählen wir als Ausgangspunkt unserer Betrachtung die folgenden Gesetzmäßigkeiten:

1. Die Gedächtnisleitung wächst ungefähr logarithmisch mit der Zahl der Darbietungen (unabhängig von der Methode, dem Alter der Vp., auch gültig für das tierische Gedächtnis).

2. Der Verlust an Gedächtnisstoff ist einem ähnlichen Gesetz unterworfen; die Fehler nehmen anfangs rasch, dann immer langsamer zu.

Auch kompliziertere Fälle folgen ähnlichen Gesetzen (2; 38). Wir wollen aber die Diskussion auf die genannten einfachen und typischen Fälle beschränken. Sie fordern zur Darstellung eine Kurve mit Asymptote:

1. $b = a\,(1 - e^{-n})$, wo a die Gesamtzahl der Elemente bzw. das Maximum der Aufnahmefähigkeit, n die Zahl der Darbietungen, b die Zahl der behaltenen Elemente ist.

2. $v = a\,(1 - e^{-t})$, wo a der Gedächtnisstoff zur Zeit $t = o$, v die verlorenen Elemente bzw. $b = ae^{-t}$, wo b die behaltenen Elemente sind.

Die Kurve nähert sich offenbar nur sehr langsam der Asymptote. Es liegt nahe — und die Betrachtung komplizierterer Fälle bestätigt diesen Eindruck —, die genannten Gesetzmäßigkeiten auf ein Wahrscheinlichkeitsgesetz zurückzuführen. Wir gehen aus von dem zweiten der angeführten Gesetze für das Vergessen und versuchen folgenden Ansatz:

Die Wahrscheinlichkeit des Zerfalls von Gedächtniselementen in der Zeiteinheit ist proportional zur Anzahl der vorhandenen Elemente: $w = \frac{dx}{dt} = k\,(a - x)$, integriert $x = a\,(1 - e^{-kt})$, wo a die zur Zeit $t = o$, $a - x$ die zur Zeit t vorhandenen Gedächtniselemente sind. Die Formel und der Grundgedanke ihrer Herleitung deckt sich mit der Formel für den radioaktiven Zerfall ($k = \frac{lg\,2}{\tau}$, wo τ die »Halbwertzeit«).

Vergleicht man indessen diese Kurve mit den Ergebnissen der Untersuchungen von Reuther und Ebbinghaus (Pauli, Gesetzm. Abb. 35 und 36), so sieht man, daß die berechneten Werte mit den beobachteten nicht übereinstimmen. Dennoch ist der Ansatz damit nicht ohne weiteres zu verwerfen. Es liegen vielmehr zwei Korrekturen nahe:

1. Das Vergessen ist kein zeitlich gleichartiger Prozeß. Das Vergessen nach wenigen Minuten ist ein anderes als jenes nach Tagen, der Zerfall ist ein anders gearteter, anders verursachter. Die Qualität der Gedächtniselemente ist verschieden. Die »Halbwertzeit« ist eine andere. Wir haben es nicht mit einem einheitlichen k zu tun.

2. Bei längerer Frist tritt gleichzeitig für einen gewissen Bruchteil auch eine Stärkung ein, die physiologisch oder durch unwillkürliche Erinnerung und durch Assoziationen verursacht sein kann.

Die erste Korrektur würde eine Summierung über verschiedene k erfordern, die zweite eine Differenzbildung. Die korrigierte Formel würde darnach lauten:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dx_1}{dt} + \frac{dx_2}{dt} + \cdots - \frac{dy_1}{dt} - \cdots, \text{ wo } \frac{dx_i}{dt} = k_i\,(a_i - x_i),\ \frac{dy_i}{dt} = l_i\,(b_i - y_i).$$

Die Integration ergibt:

vergessene Elemente $x = \Sigma a_i (1 - e^{-k_i t}) - \Sigma b_i (1 - e^{-l_i t})$;

behaltene Elemente $b = \Sigma a_i e^{-k_i t} - \Sigma b_i (1 - e^{-l_i t})$.

Die erste Näherung ergibt $b = a_1 e^{-k_1 t} + (a - a_1) e^{-k_2 t}$.

Diese Kurve nun läßt sich bei passender Wahl der Halbwertzeiten und der zugehörigen Anzahl der Gedächtniselemente durchaus befriedigend an die Beobachtungen von Ebbinghaus anpassen. Die Ebbinghaussche Kurve setzt sich ja in der Tat beinahe sichtbar aus zwei Termen zusammen (vgl. auch Reuther). Sie wird aus obiger Formel annähernd erhalten für zwei verschiedene Halbwertzeiten etwa von 10 Minuten und von 200 Stunden, aus $a_1 = 60$, $a = 100$. Berücksichtigt man die zweite Korrekturmöglichkeit (Befestigung der Gedächtniselemente) und die Tatsache, daß die Anzahl der behaltenen Glieder nicht schlechthin gleichgesetzt werden kann der Ersparnis an Wiederholungen, sondern daß diese natürliche größer ist, so kann die Übereinstimmung vollständig gemacht werden.

Ein Ansatz nach Wahrscheinlichkeitsgesetzen bedeutet nun, daß wir die wirklichen Ursachen des Zerfalls nicht kennen oder nicht in Betracht ziehen. Wir werden sie aber wohl in den chemischen Vorgängen beim Stoffwechsel zu erblicken haben. Dann aber wird die angesetzte Gleichung gerade wieder die der Zersetzung nach den Grundgesetzen der chemischen Kinetik, unsere Gleichung (A). Es ist also keineswegs absurd, diese auch den hier untersuchten Beobachtungen zugrunde zu legen. Die Herleitung erfolte ja auch in der Chemie kinetisch, d. h. wahrscheinlichkeitstheoretisch.

Gehen wir nun über zu der erstangeführten Gesetzmäßigkeit. Auch hier versuchen wir für einfachste Annahmen zunächst einen Wahrscheinlichkeitsansatz.

Bei der 1. Darbietung werden von N Elementen n erfaßt, bei der 2. Darbietung wiederum n; darunter werden aber bereits solche sein, die schon das erste Mal aufgefaßt wurden. Die Wahrscheinlichkeit, daß neue Elementen zum Zuge kommen, ist $= \frac{\text{Anzahl der günstigen Fälle}}{\text{Anzahl der möglichen Fälle}} = \frac{N-n}{N}$. Also $n_2 = n \cdot \frac{N-n}{N}$. Bei der 3. Darbietung kommen hinzu $n_3 = n \cdot \frac{N - n - n \cdot \frac{N-n}{N}}{N} = n \cdot \left(\frac{N-n}{N}\right)^2$

Allgemein werden nach ν Darbietungen erfaßt sein

$$x = n + n \cdot \frac{N-n}{N} + n \cdot \left(\frac{N-n}{N}\right)^2 + \cdots + n \cdot \left(\frac{N-n}{N}\right)^{\nu-1} \text{ Elemente.}$$

Setzen wir $\frac{N-n}{N} = q$ und summieren wir die geometrische Reihe, so wird $x = n \cdot \frac{1-q^\nu}{1-q}$, wir erhalten also wieder eine Exponentialfunktion

$$x = N(1-q^\nu).$$

Auch dieser Ansatz bedarf zweifellos verschiedener Korrektionsglieder:

1. Bewirkt die Darbietung, auch wenn ein dargebotenes Element nicht erfaßt wurde, doch eine Art Vormerkung, es wird das nächste Mal leichter erfaßt.

2. Es können in der Zwischenzeit Elemente auch wieder verloren gehen.

Unser ursprünglicher Ansatz gilt jedenfalls hinreichend genau nur, wenn wir diese beiden Einflüsse als sich kompensierend annehmen und ferner absehen von dem Einfluß sich bildender Assoziationen und von der Tatsache, daß nicht alle Elemente gleich günstig geboten werden; übrigens wären auch solche Ursachen durch Wahrscheinlichkeitsansätze zu berücksichtigen.

Vergleichen wir unseren ursprünglichen Ansatz mit den experimentellen Befunden, um zu sehen, ob und wie wir von den Korrektionsmöglichkeiten Gebrauch machen müssen, so ergibt sich (38), daß die berechneten Werte rascher ansteigen als die beobachteten. Die ersten Vormerkungen können also offenbar die Zahl der wieder vergessenen Elemente nicht kompensieren, später kehrt sich naturgemäß das Verhältnis um, da die wiederholten Vormerkungen unbedingt das Resultat günstig beeinflussen werden.

Es überlagern sich also offenbar die Vergessenskurve und die Aufnahmekurve.

Fragen wir nach dem Hintergrund der angesetzten Wahrscheinlichkeit, so wollen wir den zugrunde liegenden Gedanken so formulieren:

Die Wahrscheinlichkeit einer Neuaufnahme ist proportional den noch aufnahmefähigen, noch freien, in Bereitschaft stehenden Empfangselementen; damit kommen wir wieder auf eine Gleichung (A).

Wir begnügen uns, diesen beiden Typen zu diskutieren; in ähnlich gelagerten Fällen wäre eine größere Kompliziertheit durch Überlagerung und Kombination zu bewältigen.

Die Ansätze sind in mehrfacher Hinsicht geeignet als heuristische Arbeitshypothese; so könnten z. B. aus Vergessenskurven für verschiedene Zeiteinheiten (nach Minuten, Stunden, Tagen, Jahren) verschiedene Halbwertzeiten gewonnen und die resultierende Kurve mit der aus der Superposition der Komponenten gewonnenen Kurve verglichen werden; ferner könnte je nach der Konstanthaltung der einen oder anderen Versuchsbedingung deren Bedeutung für das Erlernen (Darbietungszahl, Dauer der Darbietung), die Konstanten der zweiten Formel und die Bedeutung der »Vorbemerkungen« experimentell und quantitativ gefaßt werden.

2. Für biologische Vorgänge.

a) Reizbarkeit von Pflanzen.

In der Pflanzenphysiologie hat man Beobachtungen über Gesetzmäßigkeiten für die Reizbarkeit der Pflanzen gemacht, die ebenso unmittelbar auf eine innere Analogie zum Weberschen Gesetz hinweisen, wie schon der Name »Reizung« der Pflanze in Analogie zur Sinnesphysiologie gewählt worden ist. Die Frage ist einerseits, ob wir für dieses Verhalten der Pflanze psychische Prozesse oder doch spezifisch zweckmäßige biologische Reaktionen verantwortlich machen sollen, oder ob die Gesetzmäßigkeiten der Reaktion auf Reizung physikochemisch sich erklären lassen, anderseits ob es sich bei den beobachteten Gesetzmäßigkeiten um eine bloße Analogie zum Weberschen Gesetz handelt oder ob ein und dasselbe auf gleichen Grundtatsachen beruhende Gesetz die Reaktion auf Reizgebung ebenso der menschlichen Sinnesorgane wie des Pflanzenorganismus beherrscht.

Unter der großen Anzahl von Experimentatoren auf diesem Gebiet seien vor allem die bahnbrechenden Forschungen von Oltmans und Pfeffer genannt. Wir folgen hier im wesentlichen der ausführlich berichtenden Arbeit von Peter Stark (49). Untersucht wurde die Reizung auf mechanischem, chemischem, optischem und osmotischem Weg.

Wir wollen jene typischen Methoden der Reizung kurz andeuten, für die genügendes Material vorliegt, um daraus Schlüsse zu ziehen auf Gesetzmäßigkeit der Reaktion.

1. An erster Stelle ist hier die Chemotaxis zu nennen. Der zu untersuchende Organismus (Farnspermatozoiden, Bakterien, Zoosporen niedriger Pilze, Spermatozoiden der Moose usw.) wird einer diffusen (d. h. allseitigen) Reizung durch eine ihn umgebende Flüssigkeit (Apfelsäure, Fleischextrakt, Pepton, Phosphat usw.) ausgesetzt, gleichzeitig einer durch Kapillarröhren eingeführten einseitigen Reizung durch eine höhere Konzentration derselben Flüssigkeit. Ergebnis: Eine Reaktion (Ansammlung am Kapillarmund, Reizbewegung) tritt auf, wenn die beiden Konzentrationen in einem bestimmten Verhältnis stehen, z. B. wenn die Innenkonzentration mindestens 30 mal so groß ist als die Außenkonzentration. »Es kommt also nicht auf den absoluten, sondern auf den relativen Reizzuwachs an« (49). Bei festgewurzelten höheren Pflanzen tritt an Stelle der Reaktionen der freibeweglichen niederen Organismen Krümmung ein (Chemotropismus). Das Resultat ist dasselbe.

2. Ausführliche Untersuchungen mit einheitlichen Ergebnissen liegen ferner vor über dem Haptotropismus. Reizt man z. B. gegenüberliegende Flanken einer Pflanze durch Reibung verschieden stark, so ergibt sich als Erfolg eine Krümmung, die nicht von der absoluten Differenz der Streichzahlen, sondern von deren Verhältnis abhängt.

3. Endlich verdient besondere Beachtung wegen ihres Zusammenhangs mit den Wachstumsverhältnissen der Pflanze die Reaktion auf osmotischen Druck. Setzt man das Versuchsobjekt einem durch verschiedene Konzentration regulierbaren äußeren osmotischen Druck aus, so steigert sich als Reaktion auch der innere Druck, aber nur in arithmetischer Progression, wenn der Außendruck in geometrischer Progression zunimmt. Allerdings ist die Gültigkeit dieses Gesetzes für Salzlösungen umstritten.

In den beiden ersten Fällen können wir die Analogien zum Simultanvergleich erblicken, wenn wir die diffuse Konzentration bzw. die kleiner Strichzahl als Normalreiz, die einseitige höhere Konzentration bzw. höhere Strichzahl als Vergleichsreiz auffassen; die Reaktion erfolgt nicht auf ein absolutes Mehr, sondern auf ein bestimmtes Vielfaches. Im Falle des osmotischen Druckes haben wir es mit einer Analogie zur Erregung schlechthin zu tun. Man könnte auch von einem Sukzessivvergleich in übertragenem Sinne sprechen. Wir können die angeführten Fälle in Analogie zum Weberschen

Gesetz folgendermaßen formulieren: Setzt man eine Pflanze einem Reiz aus (Normalreiz), so muß ein zweiter (Vergleichsreiz), wenn er durch eine Reaktion — dieser Begriff tritt an Stelle der Empfindung im Weberschen Gesetz — beantwortet werden soll, um so größer sein, je größer der Ausgangsreiz ist; es existiert ein bestimmter Schwellenwert für die Reaktion, der um so größer ist, je größer der Normalreiz ist. Bezeichnen wir den Quotienten aus wirksamem Reizunterschied und Normalreiz als relative Unterschiedsschwelle, so erweist sich diese je nach Reizart und Pflanzenart verschieden, für sehr schwache und sehr starke Reize tritt eine untere und obere Abweichung im Sinne einer Vergrößerung der Unterschiedsschwelle auf.

Lassen sich nun diese Reizbeantwortungen in derselben Weise erklären wie die Abhängigkeit der Erregung vom Reiz in der Sinnesphysiologie? Wird das Webersche Gesetz psychologisch gedeutet, so ist eine Übertragung nicht möglich, es läge dann eine bloße Analogie vor, die durch die Neuübernahme der Ausdrücke »Reiz« usw. aus der Sinnespsychologie besonders stark den Eindruck innerer Wesensgleichheit vortäuschen würde. Umgekehrt würde die physiologische Deutung eine Stärkung erfahren, wenn das Gesetz für Sinnesempfindungen und Pflanzenreaktionen als wesensgleich angenommen werden dürfte. Für physiologische Deutung ergäbe sich wieder die Alternative: rein kausale physikochemische Deutung oder Zweckmäßigkeitsverhalten des Organismus?

Peter Stark hat Phototaxis und Phototropismus dem Gesichtssinn, Chemotaxis und Chemotropismus dem Geschmackssinn, Haptotropismus dem Tastsinn parallel gesetzt. Dem Nichtbotaniker sei es erlaubt, sich auf einige grundsätzliche Bemerkungen über die Übertragbarkeit der physiologischen Theorie des Weberschen Gesetzes auf das analoge Verhalten der Pflanzenreaktionen zu beschränken. Man darf wohl sagen, daß eine Übertragung der beiden Grundgedanken — Gleichgewichtszustand zwischen Dissimilation und Assimilation und Potentialdifferenz für Konzentrationsverschiedenheiten — nicht aussichtslos erscheint. Läßt man etwa den Ansatz, den Lasareff für den Geschmackssinn gemacht hat, auch für die chemische Reaktion gelten, die zur Chemotaxis führt, so kommt man auf einen Ausdruck von der Form: Zersetzung im stationären Zustand $c = \frac{aC}{bC+d}$, wo C die erregende Konzentration

ist. Von hier aus ließe sich das Verhalten des Innendrucks gegenüber dem Außendruck erklären. Setzt man nun weiter den Potentialsprung für verschieden gereizte Stellen, also auch verschieden konzentrierte Stellen gleich dem Logarithmus des Quotienten der Konzentrationen, so kommt man auf eine Formel vom Lehmannschen Typ. Dieses Potentialgefälle kann nun seinerseits verantwortlich gedacht werden für die Bewegungsreaktion. Auch das Loebsche Grundgesetz könnte als Ausgangspunkt herangezogen werden. Eine eingehendere Erörterung erscheint zurzeit und in diesem Rahmen verfrüht.

b) Das Produktionsgesetz.

Die Vermutung, daß das Erregungsgesetz ein Spezialfall eines das ganze organische Leben beherrschenden Gesetzes ist, findet eine Stütze auch in den Beobachtungen über die Wachstumserscheinungen der Pflanzen (2). Nach A. Rippel (43) lassen sich die beobachteten Gesetzmäßigkeiten in ein Produktions- und ein Wachstumsgesetz scheiden. Ersteres hat durch Mitscherlich folgende mathematische Formulierung gefunden:

$$y = A\ (1 - e^{-Bx}),$$

wo x die von den Pflanzen aufgenommene Nährstoffmenge, y der Pflanzenertrag, A der Maximalertrag, B eine für die Pflanzenart und die Nährstoffe charakteristische Konstante ist[1]). Es liegt nahe, die Nährstoffmenge und ihren Erfolg parallel zu setzen der Reizmenge und ihrer Wirkung. Das würde erlauben, das Webersche Gesetz und das zitierte Produktionsgesetz in die Formulierung zusammenzufassen: Der Erfolg einer organischem Leben zugeführten und von diesem verarbeitbaren Energiemenge nimmt mit dieser zu im Sinne einer monoton konkaven Funktion (log oder Expon. Funktion). Allein über eine Analogie oder bestenfalls ein qualitatives Gesetz geht eine solche Formulierung zunächst nicht hinaus, insbesondere bleibt die Frage offen, ob dieses Verhalten des Organischen auf physikochemische Gesetze zurückführbar ist oder nicht. Rippel betont nun wiederholt, daß das Grundprinzip des Produktionsgesetzes im Massenwirkungsgesetz zu sehen sei. Allerdings werde man »unmöglich aus einem Gemisch der verschiedenartigsten Reaktionssysteme, wie sie in der lebenden Zelle vor-

1) Nach Rippel im Gegensatz zu Mitscherlich.

handen sind, eine einfache Beziehung zwischen Gesamtertrag und variablem Faktor nach den Prinzipien des Massenwirkungsgesetzes herausfinden können«, aber die Reaktion eines variablen Faktors könne wohl bei Konstanz der übrigen der Gesamtreaktion das eigene Gepräge aufdrücken, d. h. mit Bezug auf die Formel, daß B nicht als Gleichgewichtskonstante im Sinne des Massenwirkungsgesetzes aufzufassen ist, sondern nur, »daß es durch diese in seiner Größe mitbestimmt wird«. Es verrät sich in diesen Einschränkungen die Tatsache, daß das Produktionsgesetz seinen Vorläufer in dem nach Rippel ebenfalls zu modifizierenden Minimumsgesetz von Liebig hat, wonach der Pflanzenertrag entscheidend von dem Faktor bestimmt wird, der sich im Minimum befindet. Immerhin dürfen wir sagen: wenn bei Konstanz der übrigen ein Wachstumsfaktor variiert, so zeigt sich die Gesetzmäßigkeit, die in der Produktionskurve ihren Ausdruck findet. Da nun bei der Kompliziertheit der Prozesse eine direkte Herleitung aus dem Massenwirkungsgesetz Rippel aussichtslos erscheint, sucht er die Kurve folgendermaßen an Hand eines Beispiels zu deuten: Das gebildete Eiweiß ist zwar proportional zum verarbeiteten Stickstoff, aber bei höheren Stickstoffgaben wird pro Einheit des Eiweißes weniger Gesamtmasse gebildet. (Stickstoff und Gesamtertrag treten also nicht in direkte Relation.) Es handle sich um einen Spezialfall der Erscheinung, daß Stoffwechselprodukte selbst hemmend auf die Reaktion wirken. Dieser und andere hemmende Faktoren bewirken, daß die primär lineare Kurve allmählich gegen eine horizontale Asymptote hin gekrümmt wird.

Es ist bei dieser Deutung nicht mehr recht abzusehen, wieso die Produktionskurve als Ausdruck des Massenwirkungsgesetzes angesprochen werden könnte. Gewiß mögen sich die einzelnen Umsätze im Sinne des Grundgesetzes der Tendenz zu einem chemischen Gleichgewicht vollziehen, aber die Abhängigkeit des schließlichen Gleichgewichts von der gebotenen Nährstoffmenge im Sinne des Exponentialgesetzes wird entscheidend durch hemmende Faktoren erklärt, wobei es dahingestellt bleiben muß, ob diese auf Grund der Besonderheit der Reaktion oder auf Grund biologisch zweckmäßiger Einrichtungen und Vorgänge zu erklären sind.

Prinzipiell ließen sich die Grundgedanken von Lasareff, Pütter und Lehmann — Loebsches Gesetz, Grundgleichung

der chemischen Kinetik und der Diffusion, Theorie der Konzentrationsketten und der Osmose — auf das vorliegende Problem übertragen, zumal die Verdauungsvorgänge als aus hydrolytischen Prozessen bestehend angenommen werden dürfen, doch scheinen die Vorgänge viel zu komplex, um ohne ausführliches Eingehen auf die Chemie, speziell die Chemie der Kolloide und Fermente und auf die Theorie der Wärmetönung konkret behandelt werden zu können, und einen einfachen und hinreichend begründbaren Ansatz zu ermöglichen.

e) Das Wachstumsgesetz.

Auch das Wachstum sowohl pflanzlicher wie tierischer Organismen scheint von einem Exponentialgesetz beherrscht zu sein: $y = (1-e^{-Bx})$ (2, 42, 43). Die Bedeutung der Variabeln x und y ist indes hier eine andere als beim Produktionsgesetz. Wir haben es mit einer zeitlichen Abhängigkeit zu tun, x ist das Alter, y die das Wachstum repräsentierende Größe. Auch insofern besteht ein prinzipieller Unterschied, als es sich beim Produktionsgesetz um Abhängigkeit des Ertrages von der Zunahme des ausschlaggebenden Ernährungsfaktors, hier um die Abhängigkeit von der Zeit auf Grund verschiedenster wirksamer Wachstumfaktoren handelt. Auch kann das Wachstum in verschiedene Epochen zerfallen, deren jede denselben Kurvencharakter aufweist (52). Wäre das Wachstum ein einheitlicher von einem verursachenden Faktor abhängiger Prozeß, so bestände zwischen dem Wachstums- und dem Produktionsgesetz dieselbe Beziehung wie zwischen der Kurve, die die Abhängigkeit der Erregung von der Reizstärke, und jener, die deren Abhängigkeit von der Zeit darstellt. In der Tat wird man, um die Formel kausal diskutieren zu können, sie als Superposition gleichgebauter Ausdrücke aufzufassen geneigt sein, für die je ein Wachstumsfaktor ausschlaggebend ist. Das ist aber eine starke Abstraktion, da zweifellos die verschiedenen Wachstumsfaktoren sich beeinflussen, also nicht unabhängig voneinander sind.

Was für uns in erster Linie in Betracht kommt, ist wiederum die Frage, ob zwischen dem Weberschen Gesetz und dem Relativitätssatz für das Wachstum ein innerer Zusammenhang besteht, ob die Ansätze für das Webersche Gesetz auf ihn übertragbar sind und ob anderseits etwa eine natürlich erscheinende Erklärung der Wachstumsverhältnisse Licht auf

das Gesetz für die Sinnesempfindung zu werfen geeignet ist, ob also beide ganz oder zum Teil auf dieselben Grundgedanken zurückzuführen sind. Dabei wäre auch die Frage aufzuwerfen, ob auch hier eine Maximalzeit vorliegt in dem Sinne, daß für eine gewisse von der betrachteten Wachstumsbedingung abhängige Zeit ein Höchstwert des Wachstums auftritt, während nachher zwar aus rein physischen Gründen nicht ein Rückgang der äußeren Masse erfolgen kann, aber doch ein Abfall in der Erregbarkeit, ein Altersrückgang, der mit der eigentlichen Ermüdung in eine Linie zu setzen wäre, zu beobachten ist.

Von den Verfassern der diskutierten Formeln hat Pütter selbst seinen Gedankengang zum Teil auf das Wachstumsproblem zu übertragen gesucht (42).

Pütter ist zur Entwicklung einer Theorie des Wachstums ausgegangen von der Erfahrungstatsache, daß die Intensität des Betriebsstoffwechsels bei vielen Tieren proportional dem Quadrat der Längendimensionen[1]) sei, und da die Menge der neuaufgebauten organischen Substanz proportional der Größe des Betriebsstoffwechsels wird gesetzt werden müssen, durch den die zum Aufbau nötige Arbeit gewonnen wird, setzt Pütter den Aufbau $= k \cdot l^2$. Der Zerfall in der Zeiteinheit aber wird proportional gesetzt dem vorhandenen Bestand, also $= k' \cdot l^3$, ein Wahrscheinlichkeitsansatz. Im Gleichgewichtszustand, also für den ausgewachsenen Organismus, $l = L$, ist $k \cdot L^2 = k' L^3$, also $L = \frac{k}{k'}$. Als dritte Annahme führt Pütter ein, daß die Wachstumsgeschwindigkeit proportional der Entfernung vom Grenzzustand sei, die mathematische Formulierung würde dann heißen $\frac{dl}{dt} = c\,(L - l)$ und die Integration ergibt $l = L\,(1 - c_1 e^{-ct})$. Die Konstanten sucht nun Pütter zu veranschaulichen und aufzuspalten an einem Modell, das dem für die Ableitung seiner Erregungsformel verwandten analog, aber vereinfacht ist (siehe § 3). Ist nämlich p die Zustromkonstante (Diffusionskoëffizient des Nährstoffes z. B.), q die Reaktionskonstante für den Umsatz des Betriebsstoffwechsels, x die jeweilige Konzentration der Stoffe, die im Bau- wie im Betriebsstoffwechsel verwandt

1) l braucht nicht die Körperlänge zu bedeuten, sondern wird definiert als dritte Wurzel aus dem Volumen.

werden, und a deren höchstmögliche Konzentration, so ergibt sich x (wiederum veranschaulicht durch das früher geschilderte Modell unter Weglassung des unteren Gefäßes) aus der (von Pütter hier nicht angesetzten) Differentialgleichung

$$\frac{dx}{dt} = p\,(a-x)\,dt - q\,x\,dt$$

zu $x = \frac{ap}{p+q}\,(1 - c_1 e^{-(p+q)t})$. Für den stationären Zustand ($t = \infty$) wird $x = \frac{ap}{p+q}$. Den Aufbaukoëffizienten k setzt nun Pütter wegen der Proportionalität des Aufbaus mit dem Betriebsstoffwechsel gleich x und erhält hieraus $L = \frac{ap}{k'(p+q)}$.

An Hand eines reichen Materials speziell über das Wachstum der Fische zeigt er nun die empirische Brauchbarkeit seiner Formel. Die Gültigkeit der Formel ist naturgemäß beschränkt durch die notwendig willkürliche Wahl des Anfangspunktes — die erste Entwicklungszeit soll durch sie nicht getroffen werden —, ferner durch die Annahme, daß der Betriebsstoffwechsel proportional zu dem Quadrat einer Lineardimension sei, was nicht für alle Tiere zutrifft, und endlich durch die Annahme, daß sich das Tier beim Wachstum hinreichend geometrisch ähnlich bleibt, damit das Volumen proportional der dritten Potenz einer Längendimension gesetzt werden darf, was ebenfalls nicht für alle Tiere und speziell nicht für untere Entwicklungsstadien zutrifft.

Diskussion: 1. Die Trennung des empirischen und des hypothetischen Teiles des Ansatzes, die bei Pütter nicht ganz scharf ist, haben wir durch die Dreiteilung der Annahmen zu vollziehen gesucht. Wenn Pütter die dritte Annahme aus der ersten herzuleiten sucht, so ist das falsch. Pütter begründet nämlich die Behauptung, daß das System mit um so größerer Geschwindigkeit dem Grenzzustand sich nähere, je weiter es von diesem entfernt sei, mit dem Satz, daß der Zuwachs $k \cdot l^2 - k' \cdot l^3$ um so größer sei, je weiter das System von seinem Grenzzustand entfernt sei. Das ist aber natürlich unrichtig, eine Proportionalität von $k l^2 - k' l^3$ mit $L - l$ gilt nur sehr angenähert in einem recht schmalen Bereich.

2. Es erscheint zunächst auffällig, daß Pütter seine Formel nicht direkt aus seinem Modell abgeleitet hat, denn seine Exponentialformel ist ja identisch mit der Integration

der Differentialgleichung $\frac{dx}{dt} = p\,(a-x)\,dt - q\,x\,dt$. Die Schwierigkeit liegt in der Interpretation der Buchstaben. Wir wollen die Übertragung hier durchzuführen versuchen. x sei die Konzentration der »S-Stoffe«, a − x die Konzentration der A-Stoffe im gleichen Raum, p die Konstante für die Reaktion A → S, q die Konstante für die Reaktion der S-Stoffe in neue Organismusstoffe einerseits, Zerfallsprodukte, die ausgeschieden werden, anderseits, das Verhältnis der beiden letzteren sei konstant. Dann ergibt sich in der Tat obige Differentialgleichung. Die Reaktionen sind monomolekular vorausgesetzt. Es muß also die Umwandlung von A- in S-Stoffe unabhängig von der Konzentration der letzteren erfolgen, so daß es sich nicht um eine Reaktion beim Zusammentreffen von A- und S-Molekülen handelt, sondern um eine Umwandlung der A-Stoffe unter dem Einfluß von Körpersäften, wobei die Reaktionsprodukte jeweils wieder weggeschafft werden. Es kann aber p auch als Diffusionskoëffizient angesprochen werden, und das ist Pütters Auffassung. Die A-Stoffe diffundieren in dem Umsatzraum hinein mit einer um so größeren Geschwindigkeit, je ärmer dieser an A-Stoffen ist. Bis hierher ist die Analogie mit dem in § 3 berichteten Ansatz aufrechtzuerhalten. Der entscheidende Unterschied liegt aber darin, daß a dort als die Kapazität der Sinneszelle, geradezu als ihr Volumen begrenzt und konstant ist, während hier a selbst mit der Zeit wächst; es muß hier als größtmögliche Konzentration der S-Stoffe angesprochen werden, x als Konzentration der Betriebsstoffe ist aber nicht geeignet, das Wachstum zu repräsentieren.

Ohne besondere biologische Hilfsannahmen ist jedenfalls das Püttersche Modell direkt zur Herleitung nicht verwendbar, ebensowenig dann aber auch der Schjelderupsche und Lehmannsche Ansatz. Eine kausale Erklärung und ein direkter Anschluß an das Erregungsgesetz ist aber auch durch die Püttersche Formel und Herleitung nicht gegeben.

In der Tat wird ein so verwickelter Prozeß nicht anders als durch einen Wahrscheinlichkeitsansatz gefaßt werden können. Wir wollen die Möglichkeit eines solchen an einem einfachen Beispiel zeigen. Die Menge der organischen Substanz sei x, der Zerfall wie bei Pütter ihr proportional, der Aufbau proportional der durch den Stoffwechsel geleisteten Arbeit, dieser

selbst aber ebenfalls im Durchschnitt proportional zur Menge der vorhandenen Stoffe. Dann ist $\frac{dx}{dt} = kx - k'x$. k und k' selbst aber als konstant anzunehmen, geht nicht an. Die Zerfallskonstante k' wird vielmehr mit der Zeit zunehmen, sei es wegen des immer geringeren Anteils junger Elemente — Wahrscheinlichkeitserwägung —, sei es wegen Alterserscheinungen, die biologisch oder chemisch im Sinne der Veränderung der Kolloide gedeutet werden können. k wird umgekehrt aus biologischen und Wahrscheinlichkeitserwägungen heraus als abnehmende Funktion angesprochen werden können. Setzen wir $k = k_0 (1 + e^{-\alpha t})$, $k' = k_0 (1 - e^{-\beta t})$, so wird $\frac{dx}{dt} = k_0 x (e^{-\alpha t} + e^{-\beta t})$, für $t = \infty$ wird $k = k'$, (Gleichgewicht). Die Integration lautet $x = A \cdot e^{-\left(\frac{e^{-\alpha t}}{\alpha} + \frac{e^{-\beta t}}{\beta}\right)}$; für $t = 0$ wird $x = A \cdot e^{-\left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta}\right)}$; für $t = \infty$ $x = A$. Ein Maximum fehlt auch dieser Funktion. Das Längenwachstum ergäbe sich jedoch auch hieraus befriedigend wenigstens näherungsweise.

Einen eingehenden im engeren Sinn kausalen Ansatz auf Grund chemischer Elementarvorgänge wagen wir aus den am Schluß der Erörterung des Produktionsgesetzes dargelegten Gründen nicht zu geben.

Zusammenfassung.

Eine physiologische Erklärung des Weberschen Gesetzes stützt sich gegenüber der psychologischen vor allem auf 4 Gruppen von Argumenten:

1. Der Zusammenhang von nervösen und psychischen Vorgängen fordert von selbst eine Untersuchung, ob nicht schon in der nervösen Erregung der Charakter des Weberschen Gesetzes zutage tritt. 2. Die festgestellten quantitativen Abhängigkeiten der Empfindlichkeit von Reizdauer und Reizstärke, insbesonders die verschiedenen Konstanten für die Unterschiedsempfindlichkeit für verschiedene Qualitäten und Modalitäten, ja sogar für verschiedene Reizarten weisen auf eine physiologische Behandlung hin. 3. Auch subjektive Befunde, bei denen von Vergleich nicht die Rede ist, und objektive Befunde legen eine physiologische Deutung nahe. 4. Ein dem Weberschen Gesetz verwandt scheinender Relativitätssatz

läßt sich auch auf anderen psychologischen Gebieten und auf dem biologischen Gebiet feststellen.

Die vorstehenden theoretischen Betrachtungen gehen aus von den eingangs genannten beiden Untersuchungen und zielen ab einerseits auf eine kausale Erklärung der physiologischen Deutung des Weberschen Gesetzes, anderseits auf eine Klarstellung des Zusammenhanges des Weberschen Gesetzes mit dem Relativitätssatz. Sie kommen zu folgenden Ergebnissen:

1. Die in dieser Richtung vorliegenden Ansätze stützen sich vor allem auf das Grundgesetz der chemischen Kinetik und auf das Gesetz für die durch Konzentrationsunterschiede in elektrolytischen Lösungen erzeugte elektromotorische Kraft. Der Ansatz von Wertheim-Salomonson versucht den Ansatz der bimolekularen Reaktion (Gleichung B S. 446); die Durchführung erweist sich als nicht haltbar vor allem, weil der zeitliche Ablauf der Erregung in willkürlicher Weise unabhängig von der Reizintensität angenommen und die Assimilation vernachlässigt wird. Die Ansätze von Schjelderup, Lasareff, Lehmann und Pütter gehen von der monomolekularen Reaktion aus (Gleichung A bzw. C S. 445, 446). Die 3 ersten setzen die Dissimilation proportional dem Produkt aus Reiz und zersetzbarer Substanz, die Assimilation proportional der zersetzten Substanz. Pütters Ansatz unterscheidet sich von den genannten durch Annahme dreier Substanzen, eines Grundumsatzes und der Diffusion. Alle vier Ansätze liefern ihren gemeinsamen Ausgangspunkten entsprechend für die Abhängigkeit der Zersetzung von der Zeit Ausdrücke von der Form $x = A\ (1 - e^{-Bt})$, die für $t = \infty$, den stationären Zustand, in gebrochene Funktionen des Reizes übergehen. Entscheidend trennen sich die Wege durch die verschiedenen Annahmen über die für die Empfindung maßgebende Erregung. Die Annahme Schjelderups, der seine endgültige Formel durch die Annahme verschiedener zersetzbarer Substanzen gewinnt, geht dahin, daß der Erregungsprozeß proportional dem Produkt aus Reiz und zersetzbarer Substanz sei, eine Annahme, die mit der Erfahrung des Anstiegs der Erregung nicht in Einklang zu bringen ist. Allerdings könnte Schjelderup, ohne daß sein Ausdruck formal sich ändern würde, auf diese Annahme verzichten. Pütter setzt die gewonnene Formel über die Zersetzung durch den Gedanken der Reiz- und Unterschiedsschwelle in Beziehung zur Empfindungs-

intensität, ersetzt aber die ursprünglich gebrochene Funktion durch eine Exponentialfunktion. Lasareffs Ansatz, der von dem Loebschen Gesetz ausgeht, ist für den Geschmackssinn gleich demjenigen Schjelderups für die Zersetzung; eine Formel für die Unterschiedsempfindlichkeit, die von Lasareff nicht aufgestellt wird, und für die Empfindungsintensität würde auf demselben Weg gewonnen werden können, wie Pütter seine Erregungsformel aus der Zersetzungsformel gewinnt. Neu ist an Lasareffs theoretischen Untersuchungen der Gedanke, daß auch eine Konzentration erregungshemmender Ionen in die Formel eingehen könnte. Lehmann führt auf Grund seiner Vorstellung von der Funktion der Nerven die elektromotorische Kraft $E = \lg \frac{C}{c}$ ein, die für den Umsatz im Zentralorgan und damit für die Intensität des psychophysischen Prozesses verantwortlich ist. Seine endgültige Formel wird dadurch derjenigen Koehlers fast gleichlautend, der aus gestalttheoretischen Erwägungen einen allerdings nur den Simultanvergleich treffenden Potentialsprung an der Grenze verschiedener Konzentrationen annimmt; doch setzt Koehler, um zu seiner Formel zu gelangen, die Dissoziation einfach proportional dem Reiz und vernachlässigt die Assimilation. Die Einwände Schjelderups gegen die Lehmannsche Herleitung erweisen sich als nicht zwingend. Es bleiben darnach als einwandfrei durchgeführt eigentlich nur die Ansätze Pütters und Lehmanns (evtl. mit obiger Einschränkung die Formel Schjelderups). Nun scheint aber nach den neueren Ergebnissen über die relative Unterschiedsschwelle eine unendlich große obere und untere Abweichung mindestens für die neuerdings untersuchten Sinnesgebiete nicht vorzuliegen. Damit sind die asymptotischen Formeln Pütters und Schjelderups nicht verträglich, so daß schließlich die Lehmannsche Formel theoretisch und mit Rücksicht auf das Erfahrungsmaterial die größte Wahrscheinlichkeit für sich in Anspruch nehmen kann. Allerdings wird sie so wenig wie die übrigen Formeln der Tatsache der Maximalzeit gerecht, die ihrerseits auf eine logarithmische Abhängigkeit der Erregung vom Reiz hindeutet. Hergeleitet könnte eine Formel, die für eine gewisse Zeit ein Maximum der Erregung liefert, wohl nur auf Grund der Annahme werden, daß der Assimilationsfaktor keine Kon-

stante, sondern von der Reizintensität abhängig ist, eine Vermutung, die auch Lasareff ausspricht.

Im übrigen verweisen wir in bezug auf den Zusammenhang der diskutierten Ansätze noch auf die Zusammenstellung am Schluß des § 3 und auf Tabelle III.

Die neue Beobachtung, daß die relative Unterschiedsschwelle für den Geschmackssinn in einem ausgezeichneten Bereiche sinkt, der mit dem aus dem Alltagsleben gewöhnten zusammenfällt und für Süßempfindungslust betont ist, läßt sich am zwanglosesten als Übungseffekt erklären. Das Empfindungsquant ist durch die Übung kleiner geworden, es können auch biologische Faktoren (Verteilungshäufigkeit der reagierenden Elemente, besondere Produktion von sensiblen Stoffen durch den Organismus) mit hereinspielen.

Die Beobachtung über die Aktionsströme an Nerven und Sinnesorganen sind dem Gedanken nach wie quantitativ mit den der physiologischen Theorie des Weberschen Gesetzes zugrunde liegenden Annahmen, speziell auch mit der Lehmannschen Herleitung verträglich.

Die weitere experimentelle Forschung wird zunächst vor allem das Fehlen einer unendlich großen oberen und unteren unteren Abweichung auch auf anderen Sinnesgebieten sicherzustellen haben oder eine etwa auftretende untere Abweichung durch Nebenumstände zu erklären haben, die physiologische Forschung wird durch weitere Untersuchung der Aktionsströme und durch Untersuchung der Assimilation neues Material beibringen können.

2. Was die Frage des Zusammenhangs des Relativitätssatzes mit dem Weberschen Gesetz anlangt, so ist ganz richtig, was Jaensch mit Nachdruck (17) über den Schluß von Gesetzesanalogien auf kausale Abhängigkeiten sagt: Von der Strukturgleichheit der Gesetze, die zwei Gebiete beherrschen, dürfe man nicht auf einen inneren Wesenszusammenhang und kausale Abhängigkeit voneinander schließen. Ein solcher Schluß wird erst möglich, wenn auch noch nicht zwingend, wenn die in den Gesetzen auftretenden Größen analoge Bedeutung haben, oder wenn die gleichlautenden Gesetze auf eine auch inhaltlich gemeinsame Wurzel in der Herleitung zurückgehen. Beide Möglichkeiten aber sind in diesem Fall zu diskutieren.

Tabelle III.

	Formel	Chemisch-physikalische Annahmen	Unmittelbare Reizwirkung	Annahme über die maßgebende nervöse Erregung	Kritik
Wertheim-Salomonson	$E = A(1 - e^{-Bt})$	Gleichung (B) (bimolekulare Reaktion) für Zersetzung	Schaffung einer erregenden Substanz	Erregung prop. der im Aufnahmeorgan zersetzten Substanz	Vernachlässigung der Reizdauer, des verschiedenen zeitlichen Ablaufs, der Assimilation
Schjelderup	$E = k \lg \frac{R+a}{R+b} \cdot \frac{b}{a}$ als Näherung für eine Summe gebrochener Funktionen	Gleichung (A) (monomolekulare Reaktion) für Zersetzung und Aufbau. Zusatzannahme: Substanzen verschiedener Zersetzbarkeit	Dissimilation einer zersetzbaren Substanz	Erregung prop. Zersetzungsgeschwindigkeit	Unverträglich mit der Tatsache des Anstiegs und dem Fehlen der oberen Abweichung
Pütter	wie Wertheim-Salomonson, als Näherung für gebrochene Funktion	Doppelter Ansatz der Gleichung (A) für drei Substanzen, Einbeziehung der Diffusion	Beschleunigte Dissimilation einer besonderen »sensiblen« zersetzbaren Substanz	Erregung prop. der Anzahl der U. S. S., lineare Funktion der zersetzten Substanz	Fordert obere Abweichung
Lehmann	$E = k \lg \left(1 + \frac{R}{K}\right)$	Gleichung (A) für Zersetzung und Aufbau, Ansatz für Konzentrationsketten	wie Schjelderup	Erregung prop. dem Umsatz im Zentralorgan, dieser prop. der elektromotorischen Kraft	—

Die Grundgedanken Schjelderups, Pütters und Lehmanns könnten kombiniert werden. Die Formeln Lasareffs und Koehlers spielen eine aus dem fortlaufenden Text ersichtliche Sonderrolle.

Wir kamen zu folgenden Ergebnissen:

a) Es ist wahrscheinlich, daß zwischen der Kurve für die Maximalzeit bzw. für die Verschmelzungszahlen, also Gesetzmäßigkeiten, die nicht auf Vergleich beruhen, ein innerer Zusammenhang mit dem Weberschen Gesetz besteht.

b) Es ist nach dem unter 1. bereits Gesagten sehr wahrscheinlich, daß ein innerer Zusammenhang zwischen der Gesetzmäßigkeit für Aktionsströme und dem Weberschen Gesetz besteht.

c) Der Relativitätssatz für Gedächtnisleistungen ist herleitbar aus Wahrscheinlichkeitsansätzen, die formal identisch sind mit der Gleichung (A), die auch dem Ansatz für eine physiologische Theorie des Weberschen Gesetzes grunde gelegt wird; diese Gleichung ist ja auch in der Chemie kinetisch, d. h. wahrscheinlichkeitstheoretisch herzuleiten; sie wird in der physiologischen Theorie des Weberschen Gesetzes als Zersetzungsgleichung für monomolekulare Reaktionen verwandt; natürlich werden die physiologischen Vorgänge, die zur Bildung oder zum Verlust von Gedächtniselementen führen, andere sein; immerhin ist speziell für das Vergessen durch Einführung des Begriffs der Zersetzung auch dem Wahrscheinlichkeitsansatz ein Hintergrund zu schaffen.

d) Eine Behandlung der Gesetzmäßigkeiten für die Reaktion der Pflanzen auf Reize scheint den zwei wesentlichen Grundgedanken der physiologischen Theorie des Weberschen Gesetzes keineswegs unzugänglich, so daß auch hier ein innerer Zusammenhang vorliegen dürfte.

e) Das Produktions- und Wachstumsgesetz aber ist vorerst wohl nur statistisch (wahrscheinlichkeitstheoretisch) abzuleiten; die Püttersche Formel für das Wachstum trägt nach ihrer Herleitung den Charakter einer Darstellung, nicht einer kausal erklärenden Formel. Die Schwierigkeit einer Kausalbehandlung liegt nicht nur in der Kompliziertheit der Prozesse, sondern auch darin, daß offenbar biologische Faktoren in die Herleitung eingehen. Insgesamt kommen wir zu dem Resultat: Für die Relativität sind folgende Faktoren maßgebend:

1. Die organischen Systeme streben einem Gleichgewichtszustande zu, die zeitliche Abhängigkeit fordert auf jeden Fall eine Asymptote (was nicht gleichbedeutend ist

mit Monotonie). Die mathematischen Ansätze können durchwegs ausgehen von Gleichung (A), wobei diese als Zersetzungsgleichung oder als Wahrscheinlichkeitsgleichung angesprochen werden kann.

2. Das Webersche Gesetz kann physiologisch am besten hergeleitet werden durch Integration der Gleichung (A) bzw. (C) und Heranziehung der Formel für die Konzentrationskette; diese Gedanken sind auch brauchbar zur Erklärung der Aktionsströme und der Pflanzenreaktion.

3. Biologische Faktoren wie Häufigkeitsverteilung und Anpassung der Assimilation an den Reiz sind natürlich nicht auszuschließen, ja sogar wahrscheinlich.

Der Zusammenhang des Weberschen Gesetzes und des Relativitätssatzes kann hergestellt werden durch Gleichung (A) in dem oben erläuterten Sinne. Ob man diesen Zusammenhang noch als einen inneren gelten läßt oder an der Bezeichnung einer Analogie festhalten will bis zur Klärung der Elementarprozesse selbst, ist schließlich Auffassungssache; eine unerklärbare, bloß formale Analogie aber liegt wohl nicht vor.

Quellennachweise.

1. Bühler, K., Über die Deutung des Weberschen Gesetzes. Die Naturwissenschaften. H. 26. 1919.
2. Dingler, H., und R. Pauli, Untersuchungen zu dem Weber-Fechnerschen Gesetze und dem Relativitätssatz. Arch. f. d. ges. Psychol. Bd. 44, 1923.
3. Eichwald, E., und A. Fodor, Die physikalisch-chemischen Grundlagen der Biologie. Berlin 1919.
4. Fechner, G. Th., In Sachen der Psychophysik. Leipzig 1877.
5. Feilgenhauer, R., Untersuchungen über die Geschwindigkeit der Aufmerksamkeitswanderung. Arch. f. d. ges. Psychol. Bd. 26, 1912.
6. Fodor, K., und L. Happisch, Über die Verschiedenheit der Unterschiedsschwellen für den Geschmackssinn bei Reizzunahme. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 197, 1922.
7. v. Frey, M., Das Webersche Gesetz und seine Deutung. Sitzungsber. d. Phyik.-med. Gesellsch. zu Würzburg vom 11. Nov. 1920. Würzburg 1920.
8. v. Frey, M., Das Webersche Gesetz im Gebiete des Drucksinns. Ber. üb. d. 7. Kongr. f. exp. Psychol. Jena 1922.
9. Froehlich, F. W., Beiträge zur allgemeinen Physiologie der Sinnesorgane. 2 Teile. Zeitschr. f. Sinnesphysiol. Bd. 48, 1913.

10. Garten, S., Über die Wahrnehmung von Intensitätsänderungen bei möglichst gleichmäßiger Beleuchtung des ganzen Gesichtsfeldes. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 118, 1907.

11. Gatti, A., Sulla sensibilità di differenza nell'eccitamento successivo di singoli organi tattili — Legge di Weber. Arch. italiano di psychol. Bd. 2, 1922.

12. Gatti, A., Seconda communicazione. Ebenda.

13. Geiger, M., Methodologische und experimentelle Beiträge zur Quantitätslehre. Psychol. Untersuchungen, herausgeg. von Th. Lipps. Bd. 1, 1907.

13a. Geyser, J., Lehrbuch der allgemeinen Psychologie. 2 Bde. Münster 1920.

14. Hahn, A., Die Bedeutung des Massenwirkungsgesetzes für die Physiologie. München 1921.

15. Hansen, K., Die Unterschiedsschwellen des Drucksinns bei möglichst verhinderter Reizausbreitung. Zeitschr. f. Biol. Bd. 73, 1921.

16. Hummelsheim, E., Über den Einfluß der Pupillenweite auf die Sehschärfe bei verschiedener Intensität der Beleuchtung. Arch. f. Ophthalm. Bd. 45, 1898.

17. Jaensch, E. R., Über den Schluß von Gesetzesanalogien auf kausale Abhängigkeiten. Zeitschr. f. Sinnesphysiol. Bd. 54, 1923.

17a. Johansson, Sv., und Petrén, K., Untersuchungen über das Webersche Gesetz beim Lichtsinne des Netzhautzentrums. Skand. Arch. f. Physiol. Bd. 15, 1904.

18. Keppler, Fr., Das Unterscheidungsvermögen des Geschmacksinnes für Concentrationsdifferenzen der schmeckbaren Körper. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 2, 1869.

19. Kiesow, F., Über die taktile Unterschiedsempfindlichkeit bei sukzessiver Reizung einzelner Empfindungsorgane. Arch. f. d. ges. Psychol. Bd. 43, 1922.

20. Kiesow, F., Zur Frage nach der Gültigkeit des Weberschen Gesetzes im Gebiete der Tastempfindungen. Arch. f. d. ges. Psychol. Bd. 47, 1924.

21. Kobylecki, St., Über die Wahrnehmbarkeit plötzlicher Druckänderungen. Wundts Psychol. Stud. Bd. 1, 1906.

22. Köhler, W., Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand. Braunschweig 1920.

23. Köhler, W., Zur Theorie des Sukzessivvergleichs und der Zeitfehler. Psychol. Forsch. Bd. 4, 1923.

24. König, A., Experimentelle Untersuchungen über die psycho-physische Fundamentalformel in Bezug auf den Gesichtssinn. Ges. Abhandl. z. physiol. Optik. Leipzig 1903.

25. König, A., 2. Mitteilung. Ebenda.

26. Külpe, O., Vorlesungen über Psychologie, herausgeg. von K. Bühler. Leipzig 1920.

27. Langelaan, J. W., Bemerkungen zu dem Aufsatze von Wertheim-Salomonson „Die Effektgröße als Funktion der Reizgröße". Pflügers Arch. f. d. ges. Psychol. Bd. 107, 1905.

28. Lasareff, E., Untersuchungen über die Jonentheorie der Reizung. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 194, 1922.

29. Lasareff, E., Die physikalisch-chemische Theorie der Reizung. Die Naturwissenschaften. H. 52, 1922.

30. Lehmann, A., Die körperlichen Äußerungen psychischer Zustände Bd. 2. Leipzig 1901.

31. Lehmann, A., Grundzüge der Psychophysiologie. Leipzig 1912.

32. Lehmann, A., Die Hauptgesetze des menschlichen Gefühlslebens. 2. Aufl. Leipzig 1914.

32a. Lehmann, H., Die Kinematographie, ihre Grundlagen und ihre Anwendungen. Leipzig 1911.

33. Lemberger, Fr., Psychophysische Untersuchungen über den Geschmack von Zucker und Saccharin (Saccharose und Krystallose). Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 123, 1908.

34. Leontowitsch, A., Das Weber-Fechnersche Gesetz bei Reizung der Haut durch den intermittierenden elektrischen Strom. Zeitschr. f. Sinnesphysiol. Bd. 43, 1908.

35. Merkel, J., Die Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung. II. Wundts Philos. Stud. Bd. 5, 1889.

36. Müller, G. E., Die Gesichtspunkte und die Tatsachen der psychophysischen Methodik. Wiesbaden 1904.

37. Paul, Th., Der Süßungsgrad von Dulcin und Saccharin. Chemiker-Zeitung Jahrgang 1921 Nr. 4.

38. Pauli, R., Über psychische Gesetzmäßigkeit, insbesondere über das Webersche Gesetz. Jena 1920.

39. Pauli, R., Über die Messung der Süßkraft von künstlichen Süßstoffen. Biochem. Zeitschr. Bd. 125, 1921.

40. Pauli, R., Psychologisches Praktikum 3. Aufl. Jena 1923.

40a. Petrén, H., Über die Beziehungen zwischen der Adaptation und der Abhängigkeit der relativen Unterschiedsempfindlichkeit von der absoluten Intensität. Skand. Arch. f. Physiol. Bd. 15, 1904.

41. Pütter, A., Studien zur Theorie der Reizvorgänge. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 171, 1918.

42. Pütter, A., Studien über physiologische Ähnlichkeit. VI. Wachstumähnlichkeit. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 180, 1920.

43. Rippel, A., Das Gesetz vom Minimum und Reizwirkungen bei Pflanzen in ihren Beziehungen zum Weber-Fechnerschen Gesetz. Angewandte Botanik Bd. 2, 1920.

44. Rippel, A., Die gesetzmäßige Erforschung von Reaktionsgleichgewicht (Produktionskurve) und Reaktionsgeschwindigkeit (Wachstumskurve) bei den höheren Pflanzen. Journal f. Landwirtsch. 1922.

45. Rippel, A., Über die Mobilisation der Mineralstoffe und des Stickstoffes aus Holz und Rinde beim frühjahrlichen Austreiben. Biochem. Zeitschr. Bd. 135, 1923.

46. Schjelderup, H. K., Über die Abhängigkeit zwischen Reiz und Empfindung. Zeitschr. f. Psychol. Bd. 80, 1918.

47. Schjelderup, H. K., Til sansefornemmelsernes psykofysiologi. Upsala 1919.

48. Schirmer, O., Über die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes für den Lichtsinn. Arch. f. Ophthalm. Bd. 36, 1890.
49. Stark, P., Das Webersche Gesetz in der Pflanzenphysiologie. Zeitschr. f. allgem. Physiol. Bd. 18, 1920.
50. Stern, L. W., Wahrnehmung von Helligkeitsänderungen. Zeitschr. f. Psychol. und Physiol. d. Sinnesorg. Bd. 7, 18.
51. Stratton, G. M., Über die Wahrnehmung von Druckänderungen bei verschiedenen Geschwindigkeiten. Wundts Philos. Stud. Bd. 12, 1896.
52. Wertheim-Salomonson, J., Die Effektgröße als Funktion der Reizgröße. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 100, 1903 und Bd. 108, 1905.
53. Wertheim-Salomonson, J. K. A., und G. J. Schoute, Psychooptische Untersuchungen. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 105, 1904.
54. Ziehen, Th., Leitfaden der physiologischen Psychologie. 10. Aufl. Jena 1919.

(Eingegangen am 1. Februar 1925.)

(Aus dem psychologischen Institut der Universität Köln.)

Über Entstehung und Verwendung der Begriffe.

Von

Ernst Jacob (Köln).

(Mit einer Tafel im Text.)

Inhaltsverzeichnis.

Seite

1. Einleitung 496
2. Versuchsmaterial und Versuchsanordnung 496

I. Entstehung der Begriffe.

1. Mitwirken von Erinnerungen 500
2. Hinlenkung der Aufmerksamkeit auf hervorstechende Teile . . . 500
3. Tendenz, die Figuren als einheitlich aufzufassen 501
4. Benennung nach dem allgemeinen Eindruck 501
5. Herausstellung charakteristischer Sachverhalte oder Figuren . . . 503
6. Kontrolle auf die Allgemeingültigkeit der herausgestellten Charakteristika 504
7. Reduzierung der Sachverhalte oder Bestimmung einer Charakterfigur 505
8. Unterbringung der charakteristischen Sachverhalte oder der Charakterfigur unter dem Namen 506
9. Die Identifikation des Namens mit Sachverhalten oder einer Charakterfigur wird unterstützt durch die aufgefundene klangliche, Form- und etymologische Beziehung oder durch reproduzierte Komplexe sowie auf Grund der Lernsituation 507
10. Die das Begriffswort begleitenden individuell gefärbten psychischen Inhalte 509
11. Spontane Prüfung auf die Allgemeingültigkeit der Identifikation von Sachverhalten oder einer Figur mit dem Namen 510

II. Verwendung der Begriffe.

1. Einleitung und Versuchsanordnung 510

Am Bedeutungsbewußtsein sind beteiligt:

1. Das Bekanntheitsgefühl oder Gefühl des Komplexes der Reihe . . 512
2. Wissen auf Grund des allgemeinen Eindrucks mit verschwommenen Vorstellungen 513
3. Vorstellungen 514
4. Reproduzierte klangliche und Formbeziehungen 515
5. Die aufgezählten psychischen Vorgänge erweisen sich als Glieder eines Komplexes 515

Seite

6. Das Zurücktreten des Vorstellungsmäßigen bei Geläufigkeit der Begriffsworte 516
7. Besondere Verwendung der Begriffsworte in einer Unterhaltung mit den Vpn. zur Untersuchung über die Wirksamkeit der am Bedeutungsbewußtsein beteiligten Faktoren. 517
   a) Durch Fragen, die auf die Reproduktion einer Figur hinzielen 517
   b) Durch Fragen, die auf die Reproduktion von Sachverhalten hinzielen 518

III. Wissen und Vorstellung bei der Begriffsverwendung . . . 525

1. Mittel zur Reproduktion von Vorstellungen 525
2. Mittel zur Reproduktion von Wissen 526
3. Verhaltungsweisen auf Grund der Mittel unter 1 und 2 527
4. Zurücktreten des Vorstellungsmäßigen bei Geläufigkeit 529

IV. Theoretische Betrachtungen 530

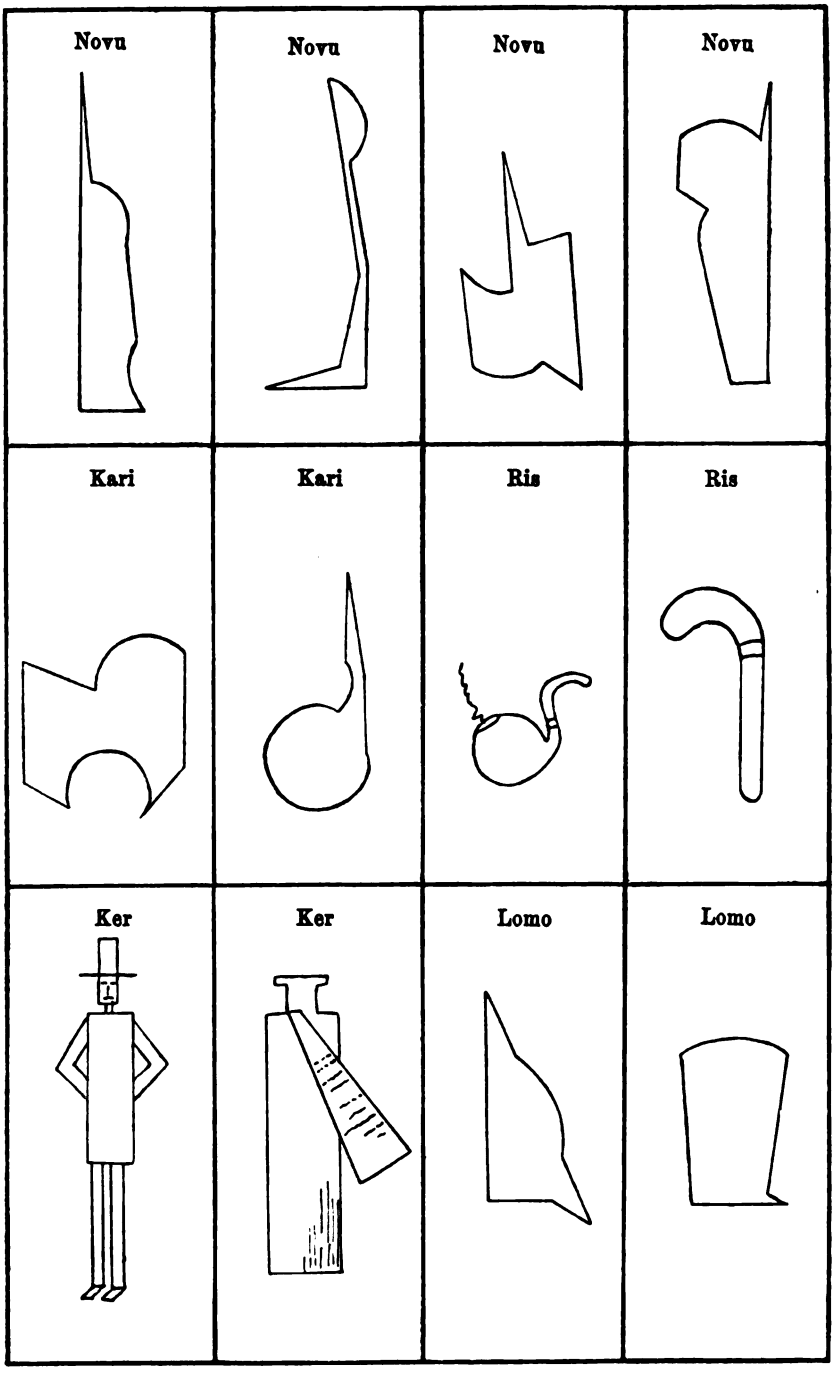
1. Einleitung.

In seiner Untersuchung »Über die Begriffsbildung« legt Ach vor allem Wert auf die Feststellung des funktionalen Momentes in der Begriffsbildung. Er versteht hierunter die Fähigkeit der Vp., ein bisher unbekanntes, neu gelerntes Wort als Ausdrucksmittel zu benutzen. Sein Ziel erreicht er nicht selten dadurch, daß er seine Vpn. veranlaßt, zwangsmäßig eine bestimmte Richtung einzunehmen.

Die vorliegende Arbeit unternimmt ebenfalls, eine Begriffsbildung zu untersuchen. Sie lehnt sich bei der Versuchsanordnung eng an den natürlichen Vorgang im Leben an und betont weit mehr als Ach die hierbei auftretenden Bewußtseinsvorgänge. Zur Durchführung dieser Aufgabe kann die Untersuchung nicht darauf verzichten, die systematische Selbstbeobachtung in jedem Falle anzuwenden, während diese von Ach nur in einigen Ergänzungsreihen durchgeführt wurde.

2. Versuchsmaterial und Versuchsanordnung.

Zur Durchführung der Versuche dienten Serien eigens dazu hergestellter, teils sinnvoller, teils sinnloser Figuren. Jede Serie umfaßte fünf Bilder. Bei der Darbietung stand in einem ebenfalls für diese Arbeit besonders hergestellten Vorführungskasten mit zehn Feldern vor jedem Bild das gleiche sinnlose Wort der Reihe. Mittels einer Verteilungstrommel konnten die Felder je eine bis drei Sekunden nacheinander beleuchtet werden. Die


Novu
Novu
Novu
Novu
Kari
Kari
Ris
Ris
Ker
Ker
Lomo
Lomo

Anordnung war so getroffen, daß stets nur das beleuchtete Feld bezüglich seines Inhaltes von der Vp. erkannt werden konnte. Die Figuren sollten mit dem ihnen vorangehenden Namen genau beobachtet werden. Hierzu wurde der Vp. folgende Instruktion erteilt: »Ich werde Ihnen im folgenden eine Reihe Figuren zeigen. Jeder Figur geht ein sinnloses Wort voraus. Sie haben die Aufgabe, Wort und Figur als zusammengehörig aufzufassen und das Ganze aufmerksam zu betrachten.«

Nachdem eine Reihe durchgezeigt war, gab die Vp. ihr Erlebnis zu Protokoll. Ging aus den Aussagen der Vp. hervor, daß sie mit den Figuren vertraut war, so wurde mit dem Vorzeigen abgebrochen. Um flüchtiges Einprägen zu vermeiden, wurde jede Reihe gemäß ihrem Schwierigkeitsgrade drei- bis zehnmal vorgewiesen. Damit die Eintönigkeit möglichst unterbunden würde, wurden der Vp. in einer Versuchsstunde bis zu vier Reihen vorgezeigt, die bei Nichterledigung des Pensums in den nächsten Versuchsstunden wiederholt wurden. Nach der Einprägung folgte der zweite Teil der Arbeit, der die psychischen Erscheinungsweisen der neu erworbenen Begriffsworte zu untersuchen hatte. Zu diesem Zweck wurden zwei Hauptabschnitte gebildet. In einem ersten Teile sollten die Erscheinungsweisen der Begriffe in unmittelbarer Anlehung an die aufgenommenen Figuren festgestellt werden. Dies geschah wie folgt:

I. Unter Verwendung des Apparates.

a) Bilder werden vorgezeigt, und es wird nach dem Namen der Reihe gefragt, der sie entnommen sind.

b) Die Reihe enthält eine neue Figur mit den der Reihe angehörigen Merkmalen, bzw. die Reihe erhält eine falsche Figur mit den der Reihe nicht angehörigen Merkmalen.

II. Ohne Verwendung des Apparates.

a) Der Name einer Reihe wird genannt, die Vp. soll aus den vorliegenden Figuren verschiedener Reihen die zur betreffenden Reihe gehörige heraussuchen, bzw. der Name einer Reihe wird genannt, und es soll eine entsprechende Figur gezeichnet werden.

b) Eine Figur wird gezeigt, aus den vorliegenden Figuren verschiedener Reihen sollen die zur gezeigten Figur gehörigen herausgesucht und der Name der Reihe genannt werden.

Im zweiten Teile war ohne Zuhilfenahme des Apparates auf Grund spezieller Fragen bzw. kurzer Gespräche eine Ver-

wendung der neuerworbenen Begriffe vorgesehen. Die hierbei auftretenden Erlebnisse wurden von den Vpn. angegeben und protokolliert. Im einzelnen wurde hierbei der Vp. in verdeckter Form das Begriffswort folgendermaßen nahegebracht[1]).

a) Das Begriffswort wird genannt, die Vp. soll sich darüber äußern.

b) Das Begriffswort wird im Zusammenhang mit einem seiner Bedeutung widersprechenden Sachverhalt genannt und soll hierauf untersucht werden, bzw. das Begriffswort erscheint mit diesem heterogenen Sachverhalt verbunden in einem wachgerufenen Komplex.

c) Zwei Begriffsworte werden genannt, es sollen ihre Unterschiede aufgedeckt werden.

d) Wahrgenommene Gegenstände sollen mit dem Namen einer Reihe benannt werden, die die Vp. dafür passend findet.

e) Genannte Gegenstände sollen mit dem entsprechenden Namen der Reihe benannt werden, die die Vp. dafür passend findet.

f) Wachgerufene Komplexe sollen mit dem Namen der Reihe belegt werden.

g) Wachgerufene Glieder eines Komplexes sollen weitere Glieder unter dem Gesichtspunkt des Namens der Reihe nach sich ziehen.

h) Begriffswort und allgemeine Bedeutung werden gegeben; ein spezieller Vertreter der Gattung soll gesucht werden.

Die Versuche fanden statt im Wintersemester 1922/23, Sommersemester 1923 und Wintersemester 1923/24. An ihnen beteiligten sich Frl. cand. phil. Brühl, Frl. cand. phil. Hoymann, Herr Dr. phil. Rohé, Herr Dr. phil. Sassenfeld, Herr cand. phil. Schäfer. Als sechste Vp. trat der Vl. selbst hinzu, wobei Herr Dr. Jacob Sassenfeld Vl. war, nachdem die Versuche mit ihm abgeschlossen waren. Ich danke an dieser Stelle nochmals meinen Vpn. für ihre bereitwillige Unterstützung bei der Ausführung meiner Versuche, besonders aber Herrn Prof. Dr. Lindworsky, der die Anregung zu dieser Arbeit gab.

1) Diese Versuchsanordnung erhielt zum Teil ihre Anregung durch den Warenhausversuch von Prof. N. Ach in seiner Untersuchung über die Begriffsbildung.

I. Entstehung der Begriffe.

Der erste Teil dieser Arbeit sucht zu zeigen, wie Bewußtseinstatsachen zusammenwirken, um das psychische Gebilde eines Begriffes entstehen zu lassen.

1. Mitwirkung von Erinnerungen.

Auf Grund der protokollarischen Auswertung sind an der Begriffsbildung zunächst psychische Vorgänge beteiligt, wie sie sich aus den folgenden Protokollen herausschälen lassen. — Zuvor seien die Überschriften über den Protokollen an einem Beispiel erklärt: IV Kari 6 heißt: die Vp. IV wurde bei Abgabe dieses Protokolles zum 6. Male mit der Reihe Kari beschäftigt, sei es durch Vorzeigung der Reihe oder späterhin durch Nennung des Namens der Reihe oder Erfragung des Namens[1]).

IV Kari 6.

. . . Sagte mir das Wort nochmals vor, dadurch kam mir die Erinnerung, eine Situation, die ich beim Lernen gehabt habe. Es kam, wie auch das Gefühlsmäßige von Litauisch oder Indogermanisch, so an Altdeutsch erinnernd . . . und suchte über die Brücke des Altdeutschen . . .

I Murau 8.

. . . Die folgende Figur erinnerte an die Reihe der komischen, von denen ich eine mit dem Namen Knickebein bezeichnet hatte.

Bei dem Vorzeigen der Figuren finden wir zunächst ein Auftreten von Erinnerungen; das für die Vp. Unverständliche läßt früher Verstandenes und bereits Bekanntes aufsteigen.

2. Hinlenkung der Aufmerksamkeit auf hervorstechende Teile.

Weiterhin sieht man in folgenden Aussagen die Vp. mit einer Aufteilung der Figuren beschäftigt.

II Kari 1.

Als ich die erste Figur sah, wirkte zuerst der einspringende Kreis auf mich . . . Zerlegte sie (die Figuren), faßte den Kreis dabei auf.

II Grun 4.

. . . Dabei fand ich, daß die Guitarre eine Wellenlinie hat . . . dasselbe bei dem Messer und bei der letzten Figur, dies war rein mechanisch-assoziativ.

Bei der Vorzeigung der sinnlosen Figuren fallen einzelne Bestandstücke besonders auf. Die Vp. vermutet, daß »das wohl eine Bewandtnis habe, daß das etwas Besonderes bedeute«. Das hervorstechende Bestandstück wird dann auch bei den

1) Der Raummangel zwang den Herausgeber, die Mehrzahl der im Manuskript mitgeteilten Protokolle zu unterdrücken. Dieser Umstand erklärt es auch, daß bisweilen nur Protokolle einer einzigen Vp. angeführt sind.

übrigen Figuren festgestellt. So kommt die Vp. darauf, in dieser Art Darstellung sinnloser Figuren eine bestimmte Absicht versteckt zu finden oder »etwas Besonderes sei damit bezweckt«.

I Kari 2.

... Wesentlich ist der Kreis. Ich fragte mich auch, warum sind zweite und dritte Figur schräg gestellt ... Bei der vierten Figur fiel mir die Spitze auf.

I Püsch 1.

... Entdeckte die wagerechte Linie und das Strahlende und dachte gleich, dies bedeutet etwas Besonderes.

Diese Besonderheiten ziehen bei späteren Darbietungen an, es wird ihnen nachgegangen. Dabei wird die regelmäßige Wiederkehr einzelner Sachverhalte bewußt. Auf Grund dieser Erkenntnis setzt dann später ein Suchen danach ein, das häufig mit einer Nichtbeachtung aller übrigen Teile verbunden ist.

IV Grun 1.

Es fiel mir eine Spitze auf, und da erinnerte ich mich, daß die erste Figur auch eine Spitze hat. Auf diese Spitze habe ich dann geachtet und bei den nächsten Figuren danach gesucht ... Bei Schluß der Belichtung fiel mir auf, daß ich auf die übrigen Teile der Figuren gar nicht geachtet hatte.

III Kari 1.

... Betrachte mir also die erste Figur aufmerksam und stelle den etwas geöffneten Kreis daran fest, dann das Dreieck, das sich daran anschließt und oben den Halbkreis mit dem geraden Strich.

3. Tendenz, die Figuren als einheitlich aufzufassen.

Die Wiederkehr gleicher Bestandstücke bildet bald die Tendenz heraus, »die Reihe als etwas Einheitliches zu sehen« (Vp. II). Man »sucht nach einem Rhythmus« (Vp. III), oder man hat »die gleiche Einstellung, etwas Gemeinsames herauszufinden« (Vp. III). Das Einheitliche in der Darstellung der Reihe kann nun aus der Gesamtauffassung aller Figuren oder eines hervorstechenden Merkmales gewonnen werden. Ein allgemeiner Eindruck führt so zur Bestimmung der Reihe bzw. ihrer einzelnen Figuren.

IV Ker 4.

... Ich habe, ohne zu wissen warum, das Gefühl, daß die Figuren zu einer Reihe zusammengehören.

IV Ker 3.

... Empfindungsmäßig könnten die Figuren zusammengehören ...

4. Benennung nach dem allgemeinen Eindruck.

Die Protokolle IV Ker 4, IV Ker 3, II Kari 5, II Lomo 9 geben Aussagen über die ganze Reihe wieder. Bei der Wahr-

nehmung ihrer Figuren wird gefühlsmäßig das Zueinandergehören erkannt. In den Protokollen VI Dermat 1, IV Lomo 2. I Novu 1, I Ron 1 wird diese Gefühlsbetonung in eine, wenn auch noch so unbestimmte Richtung gelenkt, die sich als eine Kompliziertheit, Heuschreckenartigkeit, fürchterlich grotesk und witzig spezialisiert. Einzelne Protokolle veranschaulichen die Art der Gewinnung des allgemeinen Eindrucks. So erscheint zu seinem Zustandekommen die schematische Reduzierung aller Figuren auf eine möglichst einfache beteiligt zu sein (Vp. IV Novu 8), eine Abstraktion hervorstechender Bestandstücke aus der Gesamtauffassung mitzuwirken (Vp. I Ron 1, VI Penter 1, VI Novu 1, II Novu 1, II Novu 2, I Kari 1) oder Gestaltauffassungen in den Vordergrund zu treten (IV Grun 2).

IV Novu 8.

Ich bin absolut nicht Herr über die Bilder, sondern nur, wenn ich die Figur sehe, habe ich ein abgekürztes Bild davon, so ähnlich, als ob man ein Vieleck auf ein Dreieck reduzieren würde. So habe ich ein Schema von den Figuren.

I Ron 1.

. . . und habe mir die Figuren auf ihre Linienführung hin angesehen, um den Gesamteindruck zu bekommen.

Daß dieser Allgemeineindruck ein komplexes psychisches Gebilde ist, spricht die Vp. in den folgenden Protokollen deutlich aus.

II Lomo 1.

. . . Jetzt habe ich einen Komplex der Reihe, ein ganz verschwommenes Bewußtseinsgebilde, darin spielen eine Rolle stumpfe, ein- und ausspringende Winkel.

IV Kari 5.

. . . ich habe das Gefühl, als ob man über etwas Geordnetes einen Gesamtüberblick gewinnt und alles mit einem Male klar vor sich hat . . .

Das Streben der Vp. nach Gewinnung eines Gesamteindrucks, um das Wahrgenommene bestimmen bzw. aufnehmen zu können, drücken die folgenden Protokolle aus.

I Murau 5.

Wenn ich auch die bestimmten Teilinhalte kenne, so möchte ich doch noch etwas haben, was mir ohne langes Bedenken und Besinnen sagen könnte, ja, das ist ein Murau . . . ein Gesamteindruck von den Figuren fehlt mir noch.

I Lomo 5.

. . . Bemühte mich wieder, die einzelnen Teile zu beachten. Am Ende der Reihe Unlustgefühl, versuche einen Totaleindruck zu gewinnen, will aber kein vorschnelles Urteil abgeben.

Das Zustandekommen eines Allgemeineindrucks, die häufige Wahrnehmung des gleichen Wortes mit den verschiedenen

Figuren, die dabei auftretenden gleichen Erinnerungen geben dem Komplex bald eine große Abgeschlossenheit, die die Vp. dazu führt, ihn mit dem immer wiederkehrenden Worte gleichzusetzen bzw. in assoziative Verbindung zu bringen.

II Kriwa 2.

Ich werde sagen können, jetzt kommt Kriwa, dann kommt der ganze Komplex. Warum es so ist, kann ich noch nicht sagen.

II Novu 8.

... Das Haupterlebnis war die Tendenz, alles zusammenzufassen unter einem Wort, da die Einzelheiten an sich zu verschieden sind. Jetzt fällt mir ein, daß ich seinerzeit den Stil in Verbindung zum Wort gesetzt habe.

5. Herausstellung charakteristischer Sachverhalte oder Figuren.

Aus den Versuchen geht hervor, daß der Allgemeineindruck in allen Reihen gewonnen wird. Mit dem Anwachsen der Vorzeigungen der Figuren genügt der Allgemeineindruck der Forderung nicht mehr, die die Vp. zur eindeutigen Bestimmung der Reihen an sich stellt. Die Vp. geht nun zur Klarstellung der im allgemeinen Eindruck bereits verkapselten gemeinsamen Bestandteile (Sachverhalte) über. Es tritt bei ihr nun die bestimmte Verhaltungsweise auf, die gleichen Merkmale aus den Figuren herauszusuchen. Hierbei wählt die Vp. zwischen zwei verschiedenen Mitteln. Diese werden im Verlauf einer Reihe teils von einer Vp. beide angewandt, oder die Vp. bedient sich vorzugsweise nur eines Mittels. Der letztere Fall ist aber der weniger häufige.

a) Jede Figur gibt Beiträge zur Klarstellung der gemeinsamen Sachverhalte.

I Murau 1.

... Der Anflug des Komischen war zwar da ... dann besah ich mir die einzelnen Figuren, ließ sie als Ganzes auf mich wirken, ging dann zu Einzelheiten über ... soweit mir bis jetzt aufgefallen ist, haben alle Figuren einen rechten Winkel, Parallele habe ich nur bei einer oder zwei Figuren festgestellt.

IV Grun 1.

Es fiel mir eine Spitze bei der ersten und zweiten Figur auf ... Auf diese Spitze habe ich dann geachtet und danach bei den nächsten Figuren gesucht und sie auch gefunden, selbst bei dem Messer fand ich die Spitze ... mir fiel bei Schluß der Belichtung auf, daß ich gar nicht auf die übrigen Teile der Figuren geachtet hatte.

V Lomo 3.

Bei der Darbietung der ersten Figuren behauptete ich, daß die Lomo aus einem Kreisbogen, stumpfem und spitzem Winkel beständen, der als be-

sondere Spitze aus der Figur heraustritt. Doch bemerkte ich schon bei der dritten und vierten Figur, daß die Eigentümlichkeiten nicht alle blieben, sondern daß zur Hauptsache die gebogenen Linien beibehalten wurden. Die Figuren Lomo zeigen alle einen Bogen sowie zwei Winkel, teils rechte, teils stumpfe Winkel.

b) Die gemeinsamen Merkmale werden plötzlich an einer einzelnen Figur wiedergefunden.

IV Lomo 7.

... Bei der zweiten Figur wußte ich, daß alle eine Spitze und einen rechten Winkel haben. Auf diese habe ich dann besonders geachtet.

IV Kriwa 5.

Bei der ersten Figur war ich gespannt, ob die schiefe Basis vorhanden war. Sie war da. Dies gibt mir die Erkenntnis, daß ich die Figur wohl als auf der Basis stehend betrachtet habe ... durchgehende Serpentinen sind es nicht, sondern unregelmäßige Kringel.

Die Tatsache, daß die Vp. bei den Figuren gleiche Merkmale gewonnen hat, ruft bei weiterem Vorzeigen die Verhaltungsweise hervor, die die Vpn. vom Heraussuchen des Gemeinsamen (Vp. II), vom Wunsch, das Prinzip der Reihe kennen zu lernen (Vp. I) oder das System der Reihe kennen zu lernen (Vpn. II und IV), sprechen lassen. Diese Einstellung kann so weit getrieben werden, daß eine subjektive Umdeutung von Sachverhalten nicht ausgeschlossen bleibt (Vp. I Kari 7, Ron 12).

II Ker 1.

Er (erste Figur) ist ja ganz viereckig. Sofort tauchte mir der Komplex auf, ihn mit etwas in Zusammenhang zu bringen ... Dann kam das letzte Bild, die Medizinflasche, die im Zusammenhang mit der Geschichte selbstverständlich ist.

V Püsch 1.

... Gebrauchte als Stütze folgendes: Ich dachte mir, man könne einem Kinde sagen, »blase das Licht aus« und mache dazu das Geräusch psch.

6. Kontrolle auf die Allgemeingültigkeit der herausgestellten Charakteristika.

Nachdem die Vpn. gemeinsame Sachverhalte herausgestellt haben, gehen sie dazu über, jede Figur bei späterem Vorzeigen auf das Vorhandensein dieser Sachverhalte zu kontrollieren. Sie bezeichnen diese Tätigkeit in den Protokollen als ein »Prüfen« und kommen dabei zu dem allen Figuren gemeinsamen »Ergebnis, Resultat«. Die Häufigkeit der Kontrolle wächst mit der Kompliziertheit der Figuren und mit der Menge der gemeinsamen Sachverhalte, die die Vp. in einer Reihe festgestellt hat, besonders dann, wenn ein Teil dieser Sachverhalte auch in anderen Reihen gefunden wurde.

II Ron 1.

Die Figuren habe ich mir alle besehen und bin erfreut, überall die Wendepunktslinie bestätigt zu finden.

I Kari 6.

Ich habe mir die erste Figur nochmal auf alle Merkmale hin angesehen und fand zwei stumpfe Winkel . . . fand nun bei der zweiten, dritten, vierten und fünften Figur außer den bereits bekannten gemeldeten Merkmalen einen stumpfen Winkel bestätigt.

7. Reduzierung der Sachverhalte oder Bestimmung einer Charakterfigur.

In den Protokollen findet man, daß nach der endgültigen Festsetzung gemeinsamer Sachverhalte einzelne, der Vp. für diese Reihe besonders charakteristisch oder typisch erscheinende Bestandteile der Figuren eine besondere Bewertung erlangen. Eine solche Bewertung erstreckt sich bisweilen auch auf eine ganze Figur, die dann als der Typus, die Charakterfigur oder die Signalfigur von der Vp. bezeichnet wird und gewissermaßen als Überschrift der ganzen Reihe gilt. Die Charakter- oder Signalfigur kann nun entweder eine aus der dargebotenen Reihe von der Vp. gewählte Figur sein, die unverändert übernommen wird, oder ein auf Grund der gefundenen Sachverhalte schematisch geschaffenes Bild, das nicht in der Reihe vorkam. An die Charakterfigur schließt die Vp. die gemeinsamen Bestandteile an, so daß bei späteren Wahrnehmungen der ersteren die letzteren sofort ins Bewußtsein treten.

III Grun 3.

. . . als der Helm auftauchte, wußte ich sofort, das ist die Reihe, bei der auf runden Linien eine Spitze steht . . . wenn ich nun die erste Figur sehe, werde ich mich der ganzen Reihe erinnern.

III Kriwa 3.

. . . Ich hatte in der Reihe nur, daß sie verschnörkelt waren, jetzt taucht mir an der Figur der Schlange auf, daß sie alle auf einem schiefen Strich stehen.

Die Charakterfigur als eine in Analogie zu den dargebotenen Figuren stehendes Bewußtseinsgebilde wird in den nun folgenden Protokollen deutlich.

IV Lomo 10.

Die fünfte Figur kam. Ich war überrascht, eine andere als die vorgestellte zu sehen, obwohl diese genau dahingehört. Bei der vorgestellten Figur ragte wesentlich genau wie bei den Lomofiguren die Spitze hervor.

II Lomo 7.

. . . Die Hauptsache ist, wenn man weiß, daß die verschiedensten Krümmungen in dieser Reihe sind. Solch eine Repräsentativvorstellung. Man be-

gnügt sich also mit einer ungenauen Sache, weil man damit wirklich arbeiten kann.

II Lomo 8.

Als ich das Wort sah ... assoziativ homo der Mensch. Es kommt mir eine solche Figur (eine schematisierte Lomofigur gezeichnet).

8. Unterbringung der charakteristischen Sachverhalte oder der Charakterfigur unter dem Namen.

An einer früheren Stelle ist schon auf eine Deckung des sinnlosen Wortes mit dem aus der Vorzeigung der Figuren hervorgegangenen Komplexe hingewiesen worden. Ein ähnlicher Vorgang tritt nun zum zweiten Male ein. Die Vp. geht daran, eine Unterbringung der als gemeinsam herausgestellten Sachverhalte bzw. der diese enthaltenden Charakterfigur unter dem Namen der Reihe vorzunehmen. Dieser Schritt kann mehr gefühlsmäßig sein, durch eine Beziehungserfassung erfolgen oder auf Grund eines auftretenden Gesichtspunktes vollzogen werden. Die Vp. II berichtet dabei von einer Tendenz, alles zusammenzufassen unter einem Wort, oder Vp. IV von einer Gesamteinstellung, die so ist, daß «alles, was ich sehe und erlebe, unter dem Titel Krail (Name einer Reihe) steht«, oder wie die gleiche Vp. sich ausdrückt, von einem Antriebe, Novu (Name einer Reihe) mit den Figuren zu verbinden.

Die Unterbringung der als gemeinsam herausgestellten Sachverhalte der Reihe tritt bei den folgenden Protokollen auf.

V Ron 3.

... Dem Namen Ron liegt etwas von sinnlosen Figuren nahe, dabei drängt sich die Wendepunktslinie mit langer Spitze auf ...

I Krail 2.

... Habe wohl besonders auf die Linienführung geachtet und Parallele feststellen können. Für mich sind die Krail jetzt Gärtnergeräte.

I Püsch 1.

... Für mich hat der Name die Bezeichnung des Lichtvollen oder die Lichterreihe.

I Murau 11.

In den Murau liegt etwas Geknicktes ... das Gefühl des Geknickten hing beim Lesen des Wortes in den oberen Teilen von Murau.

IV Ker 5.

... Mit diesem Namen Ker haben sich nun Parallele und Gerade gefunden, während ich die ganze Figur nicht unter dem Namen Ker suchen kann.

IV Novu 2.

... Dann kommt ein neuer Antrieb, Novu mit den Figuren zu verbinden. Ich suche in dem Wort irgend etwas darauf Bezügliches zu finden. Es blieb mir nichts anderes übrig, als den Inhalt der Figuren, etwas von den Bogen und dem Zackigen der Bedeutung nach in das Wort hineinzusetzen, nicht

optisch, sondern gefühlsmäßig ... Nachträglich komme ich gedanklich bzw. zwangsmäßig doch zu einer Verbindung von Merkmalen und Wort. Es ist nach wie vor die lanzettförmige Spitze, dann ein Bogen in der Form eines Kreisausschnittes ... Der Zusammenhang mit dem Wort ist sehr stark.

Die als Charakterfigur erarbeitete Figur wird in den folgenden Protokollen mit dem Namen der Reihe belegt.

V Ron 8.

... Das Charakteristikum ist die Entenfigur; Ron — Ente. Wesentlich dabei ist die Wendepunktslinie spitzer Winkel und die Sinnlosigkeit.

V Kari 11.

Als ich Kari sah, drängte sich assoziativ Kari — Retorte auf. Ich prüfte mich, ob ich die richtige Verbindung hatte. Als die Retorte auftauchte, war mein Urteil sofort bestätigt.

Ist die Unterbringung der Hauptsachverhalte bzw. der Charakterfigur unter das Begriffswort erfolgt, so bildet sich zwischen ihnen eine assoziative Verbindung aus, die bei einem weiteren Auftreten des Begriffswortes wirksam wird.

So weisen in folgenden Protokollen die Vpn. selbst darauf hin.

II Lomo 8.

Als ich das Wort sah, assoziativ homo der Mensch. Es kommt mir eine solche Figur (eine schematisierte Lomofigur gezeichnet).

V Ris 5.

Ich wußte sofort Ris — Stock, Stock — Ris und ferner weiß ich, daß die Risfiguren alle eine Rundung zeigten ... Ich denke darüber nach, was macht die Risfiguren aus. Damit kommt Ris — Stock oder Stock — Ris. Ich habe das Bild des Stockes durchaus vor mir, auffallend ist besonders die Rundung der Krücke ...

9. Die Identifikation des Namens mit Sachverhalten oder einer Charakterfigur wird unterstützt durch die aufgefundene klangliche, Form- und ethymologische Beziehung oder durch reproduzierte Komplexe, sowie auf Grund der Lernsituation.

Neben der Erkenntnis, die gleichen Merkmale der Reihe mit ihrem Namen decken zu können, benutzen die Vpn. nach dieser Identifikation von Namen und Sachverhalten bzw. Charakterfigur ihnen einsichtsvoll erscheinende Verankerungen. Diese werden so viel als möglich ausgenutzt und entstehen auf Grund von:

a) Klanggemeinsamkeit.

III Püsch 2.

Ich fand meine Beobachtung bestätigt, es handelte sich um etwas lichtmäßiges in der Reihe Püsch. Püsch klingt selbst ähnlich wie Lücht, Licht.

III Novu 6.

... Die Namen behalte ich, weil ich sie mir als Novu gleich Neuheit gemerkt hatte.

IV Kriwa 2.

... jedesmal deutlich Kriwa gelesen mit dem Ton auf dem i. Gerade das scheint mir eine Beziehung zu schief zu sein.

IV Novu 1.

... Im Anschluß an das Klangwort kam Novu das Neue.

II Kari 9.

... Ich bildete von neuem die Beziehung Kar — i, Kar — Kreis, i — einspringende Spitze.

VI Zauke 3.

Als ich Zauke hörte, glaubte ich ohne weiteres Litauen mitklingen zu hören ... während ich dem Klang von Zauke nachging, hatte ich die Vorstellung von einer dicken gebogenen Linie ...

VI Penter 3.

... Hörte Pen anklingen und sah optisch den Füllfederhalter vor mir.

III Ker 3.

Ich erinnerte mich der einzelnen Figuren und versuchte, mir das Wort genau zu merken. Die Figuren sind genau so eckig und hart, wie das Wort klingt.

b) Formgemeinschaft in der Schreibweise des Wortes mit einem Sachverhalt, oder die Gestalt eines Buchstabens des Begriffswortes findet sich in einem Hauptsachverhalt der Reihe wieder.

III Ris 3.

... Ich versuchte, das Wort zu behalten, indem ich mir sagte, Ris könnte ein Bestandteil des Wortes Kreis sein.

III Grun 4.

Ich habe versucht, mir das Wort fest zu den Figuren einzuprägen und gebrauchte dabei die Rundung am G von Grun als Stütze.

III Kari 4.

Der Name Lomo paßt besser zu dieser Reihe als Kari, denn auch in Lomo sind zwei runde O ... ich sah sofort die wenig geöffneten Kreise vor mir.

c) Ethymologische Verankerungen benutzt namentlich die germanistisch eingestellte Vp. IV.

IV Kari 1.

... Ich hatte so das Gefühl, Kari und Kreis müßten aus demselben Stamm kommen. Kari sei vielleicht das indische oder litauische Wort für Kreis.

IV Kari 5.

... Jetzt erst kommt mir die etymologische Bedeutung von Kari wieder ins Gedächtnis. Kari — Kreis.

d) Reproduzierte Komplexe werden zur Verankerung herbeigezogen.

VI Gaimer 1.

... Haben außer ihrem Gebrauchswert Gemeinsames in der Konstruktion, und zwar bestehen sie aus schwacher Rundung mit gerader Basis und irgendeinem rundlichen Anhängsel. Der Name paßt weder zur Form noch zu ihrem Gebrauchswort selbst ... Mir kommt, anstatt Gaimer Geifer zu sagen, und

zwar deshalb, weil mir beim Ansehen der Trinkgefäße der Speichel im Munde zusammenlief. Ich bekam einen Vorgeschmack von den in den Gefäßen gedachten Flüssigkeiten.

IV Krail 1.

... Zuletzt kam mir der Gedanke, Krail sei der Name irgendeines Gärtners. Ich glaube, es gibt einen solchen. Außerdem kamen mir Namen von Gärtnern aus Kerpen. Gerade am Eingang des Dorfes liegt eine Gärtnerei, deren Inhaber Kaiser heißt.

e) Auf Grund von Lernsituationen.

IV Ker 3.

Bei der zweiten Figur wechselte mir Bild mit Silbe schnell ab, wodurch das Zusammengehörigkeitsgefühl unterstützt wurde. Das Zusammengehörigkeitsgefühl besteht, weil die Silbe stets links von der Figur steht.

IV Grun 5.

... das dauernde Auftauchen des Grun zwingt mich, der Reihe den Namen zu geben. Der Gesamterfolg ist der, daß ich die fünf Figuren mit dem Namen hintereinander aufzählen kann als die Grunfiguren.

10. Die das Begriffswort begleitenden individuell gefärbten psychischen Inhalte.

Hat die Vp. auf den dargelegten Wegen eine Unterbringung der gemeinsamen Sachverhalte bzw. der Charakterfigur unter dem Begriffswort erreicht, so zeigt eine nunmehrige Verwendung des Begriffswortes seine Gleichsetzung mit diesen Sachverhalten bzw. der Charakterfigur. Die Bestimmung der Figuren erfolgt dann nicht wie bisher aus einem komplexen Erleben heraus, sondern auf Grund der klaren Einsicht in die die Reihen aufbauenden Bestandteile. Es treten bei der Nennung des Wortes psychische Inhalte auf, die die Grundlage für das Wortverständnis bilden und eine ganz individuelle Färbung aufweisen.

II Kriwa 12.

... Es ist mir, als ob Kriwa und schiefer Strich gut zueinander passen. Es ist kein reines Wissen, auch kein reines Schema. Wissen, daß etwas da ist, das man greifen kann. So wie Rauch, der auf einen zukommt, sich verdichtet und plötzlich ganze Figuren bildet.

III Püsch 6.

Ich hatte eine ganz schwache schematische Vorstellung, denn Wort und Allgemeinbild waren eng miteinander verknüpft, wußte sofort Lampen.

V Ker 1.

Ich konnte nicht umhin, mir die vorher gebotenen Silben mit den dazugehörigen Figuren noch einmal in ihrer Gesamtheit und ihrer Charakteristik ins Gedächtnis zurückzurufen und kam zu dem Ergebnis: Ris = rundlich, Grun = spitz, Ker = eckig steif.

11. Spontane Prüfung auf die Allgemeingültigkeit der Identifikation von Sachverhalten oder einer Figur mit dem Namen.

Der erstmaligen Setzung des Wortes für die Summe der Sachverhalte und der mitangeregten Gefühlskomplexe (Allgemeineindruck) folgt weiterhin eine spontane Prüfung, um der Allgemeingültigkeit einer solchen Identifikation sicher zu sein.

II Ris 8.

Der Riskerl ist der typische Repräsentant für die Reihe. Der Pfeifenkopf paßt jetzt in den Risbegriff. Der Hockeystock, der Pfeifenstiel und der Schweinerücken passen wegen des Bogens gut zum Begriff Ris.

IV Püsch 1.

... daß sie eine Püschlampe im Gegensatz zur Osramlampe sei ... Von da ab setzte die Spannung ein, was für Lampen noch mehr kommen könnten. Ganz von selbst stellen sich noch mehr Vorstellungen ein, z. B. Kronleuchter ... Als die Handlaterne kam, hörte jede Spannung auf, denn das ist eine selbstverständliche Bestätigung.

Zuletzt erkennt man noch in einer Reihe von Protokollen nach längerem Vorzeigen der Figuren die Erhebung des ehemals für die Vp. bedeutungslosen Wortes zum Allgemeinbegriffe.

IV Ker 6.

... Die Figuren und Ker haben etwas Gemeinsames, das in jeder einzelnen Figur enthalten ist ... wie Backwaren für Brot und Kuchen und Brötchen usw., oder wie warm für brennende Lampe, Ofen und Backofen. Ohne daß Ker eine Eigenschaft ausdrückt, sind doch alle Bilder dieser Reihe in ihm enthalten. Alle Metalle haben etwas Gemeinsames, das mehr wert ist als das Wort Metall, denn in dem Wort liegt mehr als »Metall«, dasselbe gilt auch für Ker.

I Krail 2.

... Für mich sind die Krail jetzt Gärtnerwerkzeuge.

II. Verwendung der Begriffe.

1. Einleitung und Versuchsanordnung.

Die Betrachtung der Aufeinanderfolge sinnloser Worte mit sinnlosen bzw. sinnvollen Figuren hatte zum Ziel, den sinnlosen Worten eine Bedeutung zu vermitteln, sie also sinnvoll werden zu lassen.

Dem zweiten Teile der Untersuchung liegt der Gedanke zugrunde, die psychischen Vorgänge aufzudecken, die bei der Verwendung der Worte im Sinne eines Begriffes im Bewußtsein erscheinen. Der psychischen Repräsentation bedeutungsvoller Worte sollte nachgegangen werden. Zu diesem Zwecke mußte sich die Vp. einer Prüfung unterziehen. Diese verlief in folgender Weise:

1. Bilder einer Reihe wurden vorgezeigt ohne die dazugehörigen Namen, die Vp. hatte den Namen der Reihe zu bestimmen.

2. Der Vp. wird eine Figur vorgelegt. Aus einer Menge anderer Figuren soll die Vp. die Figuren, die zur Reihe der erstgezeigten gehören, heraussuchen und den Namen der Reihe bestimmen.

3. Figuren verschiedener Reihen werden durcheinander vorgelegt, der Vl. nennt den Namen einer Reihe, worauf die Vp. die zu ihr gehörenden Figuren heraussucht.

4. Wahrgenommene Gegenstände sollen mit dem Namen einer Reihe belegt werden.

In allen 4 Fällen wurde die Vp. angehalten, Selbstbeobachtung vorzunehmen und zu Protokoll zu geben. Hierzu wurden den Vpn. entsprechende Instruktionen erteilt mit dem besonderen Hinweis, das gesamte Erlebnis dem Vl. mitzuteilen.

Mit den Vpn. III, IV, V wurde außerdem noch nach einer weiteren Versuchsanordnung gearbeitet. Sie erhielten folgende Instruktionen.

Wir werden zusammen eine Unterhaltung beginnen, im Verlauf deren Sie mir bitte mitteilen wollen, was Sie erleben. Unter anderem werde ich einige Fragen an Sie stellen. Es ist gar nicht notwendig, daß Sie mit der Angabe Ihrer Erlebnisse bis zur vollständigen Beantwortung dieser Fragen warten. Achten Sie aber besonders auf die Erlebnisse beim Auftreten Ihnen vielleicht etwas ungebräuchlich erscheinender Worte.

1. Das Begriffswort wird genannt, die Vp. soll sich darüber äußern.

Ich möchte gern etwas von den (Namen einer Reihe) sagen, vielleicht können Sie es aber besser als ich.

2. Das Begriffswort wird genannt und soll auf einen heterogenen Sachverhalt geprüft werden.

Was würden Sie sagen, wenn ich behauptete, die (Name einer Reihe) sind alle mehr oder weniger spiralische, trichterförmige Figuren?

3. Das Begriffswort erscheint heterogen in einem wachgerufenen Komplex.

Könnten Sie sich den Atlas mit einem (Name einer Reihe) auf den Schultern vorstellen?

4. Zwei Begriffsworte werden genannt, es sollen ihre Unterschiede aufgedeckt werden.

Haben Sie schon einmal über den Unterschied zwischen den (Namen von zwei Reihen) nachgedacht?

5. Genannte, nichtgezeigte Gegenstände sollen mit dem Namen einer Reihe belegt werden.

Wie könnten Sie ein Kartenspiel sonst noch bezeichnen?

Könnten Sie mir einen anderen Namen für einen Zwiebelturm sagen?

6. Ein wachgerufener Komplex oder Glieder davon sollen mit dem Namen einer Reihe belegt werden.

Die Schweizerbahnen werden wegen der vielen Tunnel elektrisch betrieben. Welches wären die Folgen einer Stromunterbrechung?

Ein Mann hat sich abends verspätet und stürzt über alle möglichen Gegenstände. Was fehlt ihm am notwendigsten?

7. Begriffswort und allgemeine Bedeutung werden gegeben. Ein spezieller Vertreter der Gattung soll gesucht werden.

Wo gebrauchen Sie (Name einer Reihe) im täglichen Leben? Wann benutzen Sie (Name einer Reihe) beim Ausgehen (Essen, Toilette)?

Ein Rückblick auf die angewandten Mittel überzeugt davon, daß versucht wurde, auf zwei Wegen das gesteckte Ziel zu erreichen: Einmal durch eine Nennung bzw. ein Ablesen des neuen Begriffswortes, das andere Mal durch seine Erfragung.

1. Das Bekanntheitsgefühl oder Gefühl des Komplexes der Reihe.

Bei einem Vorwärtsschreiten auf dem zuerst angegebenen Wege zeigt die Durchsicht der Protokolle, daß die Lösung der Aufgabe am besten möglich ist durch eine Darlegung der bei der Nennung bzw. Wahrnehmung des Namens im Bewußtsein auftretenden psychischen Inhalte. Unter diesem Gesichtspunkte ist die Auswertung der folgenden Protokolle vorgenommen worden.

II Ron 7.

Es ist ein Wort, das ich kenne ... Es kommt die Stimmung des ersten Sehens hoch.

V Ris 7.

Bei der Nennung des Wortes nur Bekanntheitsgefühl, ohne etwas damit anfangen zu können. Ich habe sofort das Gefühl, die Reihe nennen zu müssen ... Es sind bestimmt sinnvolle Figuren.

Der Name läßt ein Bekanntheitsgefühl oder ein »Gefühl des Komplexes der Reihen« auftreten, dem weitere gefühlsmäßig betonte Vorgänge, namentlich solche aus der Lernsituation folgen. Das ehemals sinnlose Wort hat durch die Einprägungsversuche eine Einreihung unter die anderen täglichen Begriffe erhalten. Das auftretende Gefühl versucht diese gewonnene Stellung wieder zu erreichen. Es gelingt sehr unbestimmt. Fehlt aber die emotionale Zuständlichkeit vollständig, so erscheint nach wie vor das Wort unbekannt.

2. Wissen auf Grund des allgemeinen Eindrucks mit verschwommenen Vorstellungen.

Die Stellung unter den bereits aufgenommenen Begriffen wird durch den Inhalt der psychischen Vorgänge, die der Nennung des Namens folgen, immer bestimmter. Es treten Gefühlsvorgänge auf, die die Vp. in eine besondere Richtung weisen und eine unaufgeschlossene Mannigfaltigkeit in sich tragen. Die Vp. bezeichnet diese Zuständlichkeiten als »das Stilgefühl der Reihe«. Vorstellungen sind dabei sehr verschwommen »schematisch« zu beobachten oder auch noch nicht wahrzunehmen.

II Novu 14.

Ich sehe zunächst das Wort ganz bekannt ... habe eine ganz schwanhafte, verschwommene Vorstellung vom Stil der Reihe, kann aber keine Figur bekommen.

I Lomo 19.

Ich fühle, daß die Lomo wenig Sachverhalte haben und mir immer durch ihre Einfachheit aufgefallen sind. Ein Bild ist nicht da. Die Erinnerung kam mir in Anlehnung an Zurückversetzung in frühere Situationen.

In den vorangegangenen Protokollen ist der Name der Erreger eines Wissens, das früher aus dem gefühlsmäßig betonten Allgemeineindruck entstanden ist. Dieses Wissen erscheint als eine inhaltliche Mitgegebenheit zu dem Wort, es gibt einen Teil von dem wieder, was mit dem Wort gesagt werden will.

Die gleiche Stellung nimmt das genannte Wort ein, wenn an Stelle der auftretenden emotionalen Zuständlichkeiten ganz allgemeines, auf den hervorstechendsten Merkmalen gegründetes Wissen erscheint. Ein solches Wissen tritt ebenfalls mit verworrenen, noch nicht zur Klarheit aufgestiegenen Vorstellungen in Erscheinung. Die unbestimmte Art des Merkmals läßt manchmal bei der Vp. ein Gefühl der Unsicherheit eintreten.

V Novu 8.

Es sind bestimmt sinnlose Figuren. Ich habe Figuren, bin aber nicht ganz sicher.

III Krail 3.

Ich weiß nur, daß Krail das Wort irgendeiner Reihe ist, deren Charakteristikum die gemeinsame Bedeutung ist.

8. Vorstellungen.

Mit dem Bekanntheitsgefühl, Stilgefühl, dem allgemeinen Wissen ist bei der Wahrnehmung des Namens ein assoziatives Erscheinen von Vorstellungen bzw. Vorstellungsteilen festzustellen. Diese Vorstellungen sind inhaltlich betrachtet entweder Reproduktionen von Figuren der Reihe (I Murau 16, III Novu 11, III Grun 10, III Ker 7, III Lomo 15, VI Geimer 4, IV Kriwa 10, I Novu 12, I Novu 17, II Ris 4, II Ris 9) oder konstruierte Figuren (V Lomo 7, V Ron 5, IV Penter 4, IV Ker 7, I Murau 11, III Ron 15), deren Zusammenstellung auf den auftretenden Teilen beruht. Unter den Vorstellungsbildern ist das Erscheinen einer typischen Figur oder Charakterfigur zu beobachten (V Kari 11, I Novu 12), auch einzelnen Vorstellungsteilen wird die Eigenschaft des Charakteristischen bzw. Typischen für die Reihe nachgesagt (V Grun 6, IV Kari 46, III Lomo 7).

Die Vorstellungen bzw. Vorstellungsteile steigen selbständig auch ohne Vorausgang der erwähnten psychischen Tatsachen ins Bewußtsein.

I Murau 16.

... Als ich das Wort las, tauchte sofort die erste Figur auf ... in der Situation, in der sie mir das letzte Mal gezeigt wurde. Am deutlichsten davon die beiden Spitzen, die gleichzeitig rechte Winkel und Parallele hatten.

III Novu 11.

Als ich Novu las, sah ich eine Figur wie folgt (Figur gezeichnet). Diese Figur tauchte mir in der Situation auf, wie ich sie gesehen hatte.

Weniger assoziativ und sich aufdrängend, doch die Nennung des Namens unmittelbar begleitend findet sich das Auftreten von Vorstellungen in fast allen Protokollen. Demnach dürften sie wohl den wesentlichen Bestandteilen des Bedeutungsbewußtseins zugehören. Der Eintritt der Vorstellungen vollzieht sich allmählich. Dieses wird auch von den Vpn. erkannt. In den Anfängen ist eine Richtung auf eine Vorstellung zu beobachten, das Bild ist verschwommen undeutlich; zumeist treten die Vorstellungen ungesucht auf. Sie sind vollständig oder in

Teilen, wie schon vorher gezeigt wurde. Den ersten Vorstellungen folgen die übrigen zur Reihe gehörigen.

II Lomo 4.

Ich sehe gleich etwas Bekanntes. Ziemlich bald war ein Vorstadium da, als ob die Figuren kommen wollten ... Ich versuche Figuren zu sehen, es erscheint eine Wendepunktslinie. Nun kommen ein- und ausspringende stumpfe Winkel. Jetzt kommt eine kleine Zacke oben und unten. Die Winkel sind charakteristisch.

II Grun 9.

... Ich fing an und hatte das Bild des Helmes ganz schwach optisch und dabei das Wissen, es fängt mit dem Helm an. Dann hatte ich noch mehr Linien, aber so schwach, daß ich sie nicht angeben kann.

Um den Sinn des Wortes zu erfassen, werden von den Vpn. daneben auch Reproduktionen willkürlich herbeigeführt, wie folgende Protokolle zeigen.

II Kriwa 13.

Sofort kommt das Wort kribbeln. Ich brauche nur der Reihe nachzugehen und kann aus der Reihe haben was ich will ... Ich kenne alle Lernsituationen. Dann kommt die Tellerfigur ... dann noch Teller mit Rauch, die Schlange und das verschnörkelte i.

II Grun 3.

... Wenn ich mir die einzelnen Figuren zurückrufen will, so kann ich es jetzt tun. Erst kommt das Messer, dann die letzte Figur ...

4. Reproduzierte klangliche und Formbeziehungen.

Man erinnert sich, daß in den Einprägungsprotokollen Beziehungen zwischen dem Klang des sinnlosen Wortes und den Merkmalen, deren Vorstellung durch das Wort beabsichtigt war bzw. mit dem Eindruck, den die zu dem Wort gehörenden Figuren auf die Vp. hinterließen, gestiftet wurden. Das Hören bzw. Lesen des Namens — diese anschaulichen Daten — kann die Beziehung wieder ins Gedächtnis führen und die Bedeutung nahe bringen.

II Krail 4.

Hottentottenkral, Gärtnereiinstrumente. Alles dies ist klanglich assoziativ. Zwangsmäßig drängt sich mir Kral auf. Mit Kral kommt die Wissensaktualisierung ...

II Ker 9.

Die Länglichkeit der Viereckreihe wurde durch das e von Kerl »länglich« ausgedrückt ...

5. Die aufgezählten psychischen Vorgänge erweisen sich als Glieder eines Komplexes.[1]

Die der Nennung des Namens folgenden Bewußtseinsinhalte sind nicht isolierte Bestandteile im Seelischen. Schon die vor-

aufgegangenen Protokolle kennzeichnen sie als Glieder eines Komplexes. Eine daraufhin angesetzte Untersuchung stellte das Auftreten eines Komplexes einwandfrei fest. Das Begriffswort ist sein besonders bevorzugter Bestandteil.

III Krail 5.

Gartengeräte! Zuerst tauchte sehr unbestimmt das Gefühl des ganzen Komplexes von Reihen auf, ich hatte das Gefühl, daß es sich um sinnvolle Figuren handelte.

II Lomo 2.

Als ich das Wort sah, wußte ich gleich, die Reihe schon gesehen zu haben, und hatte auch gleich ein antizipierendes Schema der Reihe ... Während ich dies sage, kommen mir die ein- und ausspringenden Winkel.

Mit der Erwähnung des Auftretens von Vorstellungen bzw. eines Komplexes stellt sich für viele Worte das Verständnis ein. Geht man aber den Protokollen weiter nach, so wird man dazu genötigt, auch die nun regelmäßig anschließend reproduzierten Sachverhalte als wesentlichen Bestandteil des Bedeutungsbewußtseins anzusehen. Diese Sachverhalte werden nun entweder an der Vorstellung abgelesen und sind dann zumeist spezieller Art oder sie erscheinen im Schema, komplex und haben dann mehr allgemeinen Charakter.

Sachverhalte, die an der Vorstellung abgelesen werden.

III Ker 8.

Ich sehe sofort den langen rechteckigen Mann vor mir und weiß, daß es die Reihe ist, der ein Rechteck zugrunde liegt.

III Lomo 12.

... Die erste Figur habe ich deutlich vor mir und lese die Merkmale daran ab: Stumpfer Winkel, Spitze, rechter Winkel, Bogen.

Sachverhalte im Schema.

II Kriwa 12.

Es ist kein reines Wissen, auch kein reines Schema (der Name wurde genannt), sondern ein Wissen, daß es sich um Optisches handelt. Wissen, daß etwas da ist, das man greifen kann. So wie Rauch, der auf einen zukommt, sich verdichtet und plötzlich ganze Figuren bildet.

I Lomo 19.

Ich fühle, daß die Lomo wenig Sachverhalte haben und mir immer durch ihre Einfachheit aufgefallen sind.

6. Das Zurücktreten des Vorstellungsmäßigen bei Geläufigkeit der Begriffsworte.

Endlich möge erwähnt werden, daß bei einer häufigen Wiederkehr und Anwendung des Namens die Berichte ein Zurück-

treten des Vorstellungsmäßigen erkennen lassen. Vp. V (Ker 6) gebraucht sie höchstens noch zur Kontrolle. Der Gebrauch des Wortes als Begriffswort ist jetzt so üblich geworden, daß ihn die Vp. mit den täglich verwendeten, bereits abgeschliffenen Begriffen gleichsetzt.

III Ris 8.

Als ich Ris hörte, sah ich zwar keine Figur, wußte aber, es ist etwas mit Kreis . . . Die erste Figur ist die dicke runde Vase.

V Kriwa 6.

Kriwa ist etwas Verschnörkeltes, Krummes. Ein Bild als solches habe ich nicht . . .

Eine besondere Versuchsanordnung bildete die Unterhaltung des Vl. mit der Vp. Wie diese sich abwickelte, ist in der Einleitung zum zweiten Teil dieser Arbeit gesagt. Es wurden Sachverhalte erfragt oder die Vp. wurde durch die Art der Frage direkt genötigt, Bilder der Reihe zu reproduzieren. Die Protokolle bestätigen auffallend das, was schon die einzelnen Punkte im Abschnitt der allgemeinen Versuchsanordnung nachweisen konnten. Bei den Fragen, die die Vp. darauf einstellen sollten, möglichst ein Bild von den früher gezeigten Figuren zu reproduzieren, erhielten wir die folgenden Protokolle.

7. Besondere Verwendung der Begriffsworte in einer Unterhaltung mit den Vpn. zur Untersuchung über die Wirksamkeit der am Bedeutungsbewußtsein beteiligten Faktoren.

a) Durch Fragen, die auf die Reproduktion einer Figur hinzielen.

Punkt 1 der Einleitung (s. S. 511).

Das Begriffswort wird genannt, die Vp. soll sich darüber äußern.

VI Geimer 31.

Haben einzelne Ihrer Figuren Ähnlichkeit mit Geimer? Die Risfigur. Ich habe mir die Geimerfiguren nicht vorgestellt, weil ich wußte, wie sie waren. Um die Risfiguren deutlicher werden zu lassen, ich hatte sie zuerst schwach, Ris war mir nicht ganz klar, ließ ich das Männchen kommen und war dann sicher. Nicht allein durch das Männchen, sondern mit dem Männchen wußte ich, daß noch eine faßähnliche Figur in der Risreihe ist. Ohne sie mir vorzustellen, kam erst jetzt Blumenvase.

VI Ron 33.

Was würden Sie sagen, wenn ich Ihnen die Ron gäbe? — Von den Ron habe ich nur ein Wissen, daß sie keine Parallele haben, (folgendes zieht die Vp. zur Erklärung heran), die Geimer haben wohl Parallele, die Geimer kann ich mir vorstellen, die Ron nicht.

Punkt 7 der Einleitung (s. S. 512).

Begriffswort und allgemeine Bedeutung werden gegeben, ein spezieller Vertreter der Gattung soll gesucht werden.

IV Ris 30.

Gibt es unter den Dingen, mit denen Sie in Berührung kommen, etwas, das Sie mit Ris bezeichnen könnten?

Ris — Rhinos — Nase. Dann kommt etwas von Nase mit der Richtung auf Rüssel und mehr der Rüssel am Schwein; damit das Tier, die dicke Figur. Ich überlegte, wulstig, groß, etwas Kleines daran. Ich sehe die einmal gezeigte Bonbonniere mit etwas Großem und Rundem daran. Vielleicht ein bestimmtes kugeliges Gefäß (wäre mit Ris zu bezeichnen).

V Ris 30.

Gebrauchen Sie schon einmal beim Spaziergang einen Gegenstand, den Sie Ris nennen könnten?

Ja, einen Stock. Es war schon während der Frage Spaziergang — Gegenstand eine Figur klar, und zwar ein Stock, gleichzeitig damit Ris ... Ich habe ein Bild der Ris-Stockfigur, und zwar beleuchtet. Sie steht an vorletzter Stelle im Apparat. Gleichzeitig war damit verbunden die Vorstellung eines Spazierstockes.

Die Aussagen IV Ris 34 und V Ris 30 bestätigen zunächst, daß durch die Art der Frage tatsächlich die Vorstellungs-Reproduktion beeinflußt wird. In Bericht VI Geimer 31 beobachtet die Vp. bei klarem Begriff Zurückstellung der Vorstellung, bei unklarem und unsicherem Begriff jedoch ein Zurückgreifen auf die Vorstellungsbilder. In den Protokollen wird nach der Frage durchweg zunächst das Auftreten eines Schemas festgestellt, in das als Bestandteil allgemein gehaltenes Wissen eingegangen ist. Anschließend folgen Vorstellungen, die eine Erinnerung spezieller Sachverhalte ermöglichen. Die Übereinstimmung des psychischen Ablaufes mit demjenigen der Berichte des vorhergehenden Abschnittes ist somit zu erkennen.

b) Durch Fragen, die auf die Reproduktion von Sachverhalten hinzielen.

Punkt 2 der Einleitung (s. S. 511).

Das Begriffswort wird genannt und soll auf einen heterogenen Sachverhalt geprüft werden.

III Kriwa 30.

Was würden Sie sagen, wenn ich behauptete, die Kriwa seien trichterförmig?

Ich sah zuerst das Wort Kriwa, dann sehr undeutlich eine Figur, Teller mit Dampf schiefstehend. Der Dampf schlangenartig hochgehend. Die Schlange ringelte sich dann, ob die anderen Figuren trichterförmig sind, weiß ich nicht, da sie mir vage sind. Es ist eine feingeschnörkelte Reihe.

IV Novu 37.

Was würden Sie sagen, wenn ich behauptete, die Novus sind runde plumpe Gebrauchsgegenstände?

Im Augenblick, als ich Novu hörte, setzte sofort das Suchen nach den Novu ein. Es ist kein planloses Suchen, kein reines Vorstellen. Es ist ein hastiges Wissen, dabei kommt visuell die Spitze . . . Damit stehen die Novufiguren ziemlich deutlich vor mir, aber mehr so, daß die erste gegeben ist, die zweite durchsichtig dahinter usw. Ich könnte jede einzelne Figur herausschälen. Es ist wie ein Springen und Flimmern der Ganzmerkmale. Dann lösen sich einzelne Figuren aus dem Erlebnis. Die dritte Novufigur ist deutlich gegeben. Jetzt kommt die Figur, die ich das Knickebein genannt habe, Gebrauchsgegenstände sind es aber nicht.

Punkt 3 der Einleitung (s. S. 511).

Das Begriffswort erscheint heterogen in einem wachgerufenen Komplexe.

III, 31.

Könnten Sie sich den Atlas mit einem Ker auf dem Rücken vorstellen?

Als ich Ker hörte, dachte ich schon an den langen rechteckigen Mann, den ich klar optisch habe. Dann sah ich den Atlas mit dem Wort Ker geschrieben auf den Schultern. Etwas Kerartiges hat die Kugel bestimmt nicht, denn Ker ist rechteckig. Ich habe auch die Vorstellung des Christophorus mit Jesus auf den Schultern. Dieses wohl angeregt durch die Kerfigur, doch unterdrückte ich es.

IV. 42.

Könnten Sie sich den Atlas mit einem Ker auf den Schultern vorstellen?

Bei Atlas hatte ich gleich die Vorstellung eines bärtigen Mannes mit einer Kugel auf den Schultern, der auf einem Gewölbe steht. Die Kerfiguren kommen und werden dem Mann nacheinander auf die Schultern gesetzt. Sie wirken alle lächerlich mit Ausnahme des Sackes. Jetzt wird dem Mann etwas gerades Paralleles auf die Schultern gesetzt, irgendeine Säule, damit entsteht eine Figur an einem Bankgebäude, die die Säule des Balkons trägt. Die Säule hat rundes Profil, von vorn sieht sie aber gerade, eckig aus. Also nur von vorne paßt Ker zum Atlas.

Punkt 4 der Einleitung (s. S. 512).

Zwei Begriffsworte werden genannt, es sollen ihre Unterschiede aufgedeckt werden.

IV, 32.

Haben Sie schon einmal über den Unterschied zwischen den Grun und Ris nachgedacht?

Ris? Ich lachte gleich Kreis, doch ist das nur ein Wissen. Ris gibt das Wort Kreis. Bei Grun bin ich auf das Teilstück einer Figur gerichtet, die aber nicht hoch kommt, und ich dachte an den Dreizack auf dem Dache, den ich einmal mit Grun bezeichnet hatte. Ris ist eben rund, Grun rund mit Spitze.

VI, 34.

Was unterscheidet die Dermat von den Zauke?

Bei den Dermat sehe ich die quadratische Anordnung, eine mathematische Aufstellung. Gefühllos betrachtet, während bei Zauke ein gewisses Stilgefühl vorherrscht. Ich habe nicht nötig, mir ein Zauke vorzustellen, habe es aber hinterher getan. Die Dermat-Figuren sind personifizierte têtes carrées, während Zauke der menschenliebende Weltbürger ist. Es ist der Gegensatz vom Magister zum Künstler.

Es zeigt sich in allen Protokollen, daß die Lösung der Aufgabe, also die Verwendung des neugelernten Wortes als Begriffswort, an das Auftreten von Vorstellungen bzw. eines schematischen Komplexes gebunden ist. Dabei ist der Komplex gewöhnlich derjenige psychische Vorgang, der ohne Aktivität eintritt, und von dem aus, sofern noch keine Vorstellung aufgetreten ist, diese gestützt wird. Mit und an dem Erinnerungsbild werden die Sachverhalte bewußt, die die Erledigung der Aufgabe ermöglichen. Bei großer Geläufigkeit des Begriffswortes kann auf die ihm in der Regel folgende Vorstellung verzichtet werden, wie aus Protokoll VI, 34 und IV, 32 zu ersehen ist. Also ergibt sich auch hier keine Ausnahme gegenüber den früheren Ergebnissen.

Die Bestandteile eines Begriffes erweisen sich als Glieder eines komplexen Gefüges.

Der letzte Teil der Arbeit baut auf der Fragestellung auf, welche psychischen Inhalte in das Bewußtsein treten, wenn der Name erfragt wird, und wie das Bedeutungsbewußtsein an diesen Vorgängen beteiligt ist. Zur Lösung dieser Aufgabe wurden der Vp. Figuren der eingeprägten Reihen vorgelegt und nach den Namen gefragt, oder es wurden Gegenstände dargeboten, die mit dem Namen einer Reihe zu belegen waren.

Die Instruktion lautete: Wie könnten Sie diese Figur (diesen Gegenstand) bezeichnen? Die Auswertung der Protokolle ergab: Das Betrachten der Figur erzeugt häufig einen emotionalen Zustand. Die Vp. greift diesen Zustand auf und rückt ihn in das Bewußtsein. Die Gefühlsbetonung zieht andere psychische Inhalte nach sich und erweist sich so als Glied eines Komplexes. Bleibt der Komplex auf einer niederen Bewußtseinsstufe, so erfolgt die Benennung ausschließlich gefühlsmäßig, während sie im anderen Falle mittels Sachverhalten und Vorstellungen herbeigeführt wird. Sind aber die erkannten Sachverhalte als nicht eigens für die Reihe charakteristisch herausgestellt worden, so kommt keine Benennung zustande. (IV Grun 32.)

V Novu 5.

Ich habe ein Unlustgefühl dabei, weil mir die Figuren unsympathisch sind, wodurch ich mir den Namen eingeprägt habe, weiß ich nicht. . . . Ich entschied mich für Novu, ohne eigentlich recht zu wissen warum, doch hatte ich das sichere Gefühl, daß es richtig ist.

II Ker 6.

Ich hatte so ein Gefühl von der Stimmung der Reihe. Während ich dies sage, kommt der ganze Eindruck aus der Seite des Bewußtseins in den Mittelpunkt . . . Der viereckige Mann ist optisch da. Als ich den sah, hatte ich sofort Ker. Jetzt kommt der Stuhl, der Geldbeutel und die Medizinflasche. Ich kann mit dem Begriff die ganze Stimmung des Komplexes verbinden, den ich in die Figur hineingelegt habe. Die persönliche Beziehung bringt noch einen eigenartigen Faktor in die Stimmung.

Zur Benennung der Figuren kommt die Vp. weiterhin durch das Aufnehmen des bereits bekannten und nun wieder reproduzierten allgemeinen Eindrucks. Da dieser Vorstellungen und Sachverhalte nach sich zieht, treten hier die Vorgänge der Komplexergänzung ein, in deren Rahmen der Name erscheint.

II Lomo 14.

Als ich die Figur sah, hatte sie eine Fremdheitsmarke. Es kam so etwas wie eine Stiefelerinnerung. Mit einem Male kommt mir »Hut«. Jetzt kommt mir auch der Klutenhut, damit das Gefühl einer bestimmten Reihe, ohne den Namen nennen zu können. Es kam aber eine Figur anschaulich. Von dieser Figur zu dem Wort war die Brücke da. Ob ich nun gesagt habe, der Mensch im Trödlerladen und so auf Lomo kam, weiß ich nicht mehr. Auf einmal aber hatte ich Lomo und wußte, daß es stimmt.

VI Arfel 7.

Als ich die Figuren sah, beinahe Werfel gesagt. Ich sah sie mir nicht in allen Einzelheiten an, sondern ließ den allgemeinen Eindruck auf mich wirken, für mich das Schema. Ich wußte durch das Schema, daß es Arfel bzw. Werfel heißt, ohne den ganzen Einübungskomplex aufsteigen zu lassen. Das Sehen und das Benennen ist eng miteinander verbunden, als wenn das Schema der Figur das geschriebene Arfel wäre.

An der gezeigten Figur bzw. dem bezeichneten Gegenstand drängen sich Sachverhalte auf, oder werden Sachverhalte abstrahiert. Es folgen Vorstellungen mit denselben Bestandstücken, oder Situationen aus dem Lernkomplexe werden bewußt. Bei der Komplexergänzung stellt sich der Name ein. In den Protokollen II Grun 6 und V Grun 7 wird die Richtigkeit der Benennung noch an einer auftretenden Figur kontrolliert.

II Grun 6.

Zuerst fällt mir die S-Linie auf, das Rechteck unten kommt auch in Betracht . . . Es ist aber auch noch eine Spitze da. Nun muß ich alle Reihen durchgehen. Bei der Grunreihe war es das Dreieck, Ker ist viereckig, Ris ist kreisförmig, Kriwa verschnörkelt. Die erste Reihe ist am besten. Überall ist eine Spitze und eine Wendepunktslinie. Dabei erscheint mir optisch die Geige.

V Kari 13.

Ich weiß den Namen, komme aber nicht darauf. Ich habe noch zwei Figuren so napfartig. Jetzt weiß ich, es heißt Kari. Die Näpfe brachten mich darauf. Kanari — Vogelkäfig — Kari.

Der aufdrängende Sachverhalt oder eine Figur ist ehemals charakteristisch für die Reihe gewesen oder kann eine besondere Beachtung gefunden haben. Dadurch wird jetzt die Benennung sofort herbeigeführt. Der Komplex der Lernsituation bzw. der Reihe steht dann mehr im Hintergrunde, häufig wird er garnicht erwähnt.

III Ris 5.

Das ist ein Ris. Ich wußte dies sofort, da ich wußte, Ris hat zum Bestandteil einen Kreis. Ich sah die ganze Reihe und das ist die letzte Figur. Ich sah deutlich das Schwein, den Knüppel und nun sehe ich alle Figuren. Als ich die Figur sah, wußte ich sofort, hier liegt ein Kreis zugrunde. Ich sah das Wort geschrieben vor mir.

IV Kari 8.

... Der gewaltige Kreis löste ohne weiteres Kari aus, ohne daß ich mir des Kreises bewußt wurde. Aus der Menge der anderen Figuren habe ich die Kari einfach nach dem Eindruck, den sie machten, herausgesucht.

Bei der Ergänzung zum Komplex kann eine Figur unmittelbar die Benennung bringen.

IV Grun 7.

Ich muß schon ziemlich weit herholen, wenn ich den Namen sagen soll. Ich kenne nur noch Lomo und Grun. Einige Figuren aus der Reihe, in die ich diese Figur einreihen würde, sind mir bekannt. Ich entsinne mich der Verordnungstafel, eines Lautenrumpfes. Die erste Figur ist ein Helm, dieser ist mit Grun fest verbunden, also gehört diese Figur in die Reihe Grun, denn sie hat Spitze und Wendepunktslinie.

III Grun 8.

Ich dachte an Ker, das sind aber die eckigen Figuren. Dann sagte ich mir aber Bogen und Spitze, du hast dir doch die Figur zeichnerisch gemerkt. Ich sah die ganze Reihe vor mir, am deutlichsten aber die Guitarre und den Helm. Infolge der Rundung des Helmes kam mir das runde G und dann Grun.

Es zeigt sich auch hier wieder, daß die bei der Einprägung gestifteten Verankerungen der Klanggemeinsamkeit (II Grun 10, V Kari 13, I Ron 23, V Püsch 33, I Kari 16) bzw. der Formgemeinsamkeit (III Kari 16, III Grun 3a) bei der Benennung der Figuren Verwendung finden. Sie erscheinen als wichtige Bestandteile der Komplexergänzung.

Bekanntlich hatte ein Teil der Versuchsanordnung die neu gelernten Begriffe in einer Unterhaltung zu verwenden. Bei der Erfragung des Namens erstreckte sie sich dahin, vorgestellte Gegenstände, Spiele und sonstige Vorgänge des täglichen Lebens, die der Vp. genau bekannt waren, unter dem Namen

einer Reihe unterzubringen. Punkt 5 und 6 der Einleitung fanden hier Verwendung. Die Protokolle gaben folgende Berichte.

Punkt 5 der Einleitung (s. S. 512).

Genannte, nicht gezeigte Gegenstände sollen mit dem Namen einer Reihe belegt werden.

III, 36.

Könnten Sie mir einen anderen Namen für einen Zwiebelturm sagen?

Ich sah in der Türkei eine Kuppel mit einer Spitze darauf, sah einen Kreis mit einer Spitze, und dachte sofort an die Grunreihe. Die Vorstellung von Grun war die elektrische Birne, dann ein Dreizack, an dem ich abstrahierte.

III, 41.

Als was würden Sie sonst noch einen Blumentopf bezeichnen?

Ich sah einen Blumentopf mit verschnörkelten Blumen darin. Schiefstehend, also Kriwa. Dann den Topf allein, das ist das umgekehrte Milchkännchen, aber ohne Spitze, also Lomo.

Die Frage wirkt als antizipierendes Schema. Die Vp. bildet Vorstellungen, die infolge der voraufgegangenen Determination bald durchsichtig, vereinfacht gesehen werden. Sie setzen sich wissensmäßig um. Die so im Bewußtsein entstehenden Sachverhalte wirken bald als Komplexglieder und ziehen weitere Bestandteile desselben, insbesondere wieder Figuren nach sich. Sie werden auf die bereits abstrahierten Sachverhalte untersucht. In der Übereinstimmung derselben erkennt die Vp. den neuen Namen für den Gegenstand.

Ist die Frage so gestellt, daß zur Lösung die Umbenennung eines Spieles, z. B. Kartenspiel, Klickerspiel zu erfolgen hat, so ergeben sich folgende Protokolle:

IV, 39.

Die Kinder spielen mit Klickern, wie könnte man dieses Spiel auch sonst noch nennen?

Ich sah viele Spielsteine im Dreck liegen, in einer Grube, mit einer Hand. Das Bild gibt mir, es könnte zwischen Kriwa und Ris liegen. Ris ist die Kugel, Kriwa das Gekringel der Umgebung der Grube. Dann kam das bestimmte Bewußtsein, es muß rund sein, damit kam auch Kari. Am besten paßt noch Ris.

III, 37.

Die Kinder spielen mit Klickern. Wie könnte man dieses Spiel sonst noch nennen?

Ich stelle mir nicht nur die runden Klicker vor, sondern auch das Abwerfen derselben, finde aber außer den runden kreisförmigen Klickern nichts. Es kommt das Kerlchen, damit Ris. Den Klicker würde ich Ris nennen. Für den Verlauf des Spieles habe ich aber nichts. Ich denke kurz an die Kari-

reihe, indem ich die lange Wurfbewegung mit der Fortsetzung vergleiche, die an den Karifiguren ist, Kreise mit Ausläufern, also Karispiel. Ich lese das an der ersten Kari ab, besonders aber an der Signalfigur. Jetzt kann ich alle Kari haben, wenn ich will.

Die Benennung erfolgt in allen Protokollen durch die Umbenennung des Gegenstandes, der die Grundlage des Spieles bildet. Nur in Protokoll III, 37 zieht die Vp. noch eine zum Spiel gehörige Bewegung heran. Der Ablauf der psychischen Inhalte ähnelt denen des vorangegangenen Abschnittes. Die Frage führt wieder zur Abstraktion eines Sachverhaltes, dem dann durch die Determination die Reihe mit den gleichen Sachverhalten folgt. Die Berechtigung zur Umbenennung sucht die Vp. in Protokoll V, 39 durch Umgestaltung der Vorstellung zu erreichen. Die umgestaltete Vorstellung trägt bereits die neue Benennung. Erscheint die Aufgabe zu einfach, so erfolgt die Benennung sofort ohne Erwähnung des Auftretens von Vorstellungen. Protokoll IV, 41.

Punkt 6 der Einleitung (s. S. 512).

Ein wachgerufener Komplex oder Glieder davon sollen mit dem Namen einer Reihe belegt werden.

III, 38.

Die Schweizer Bahnen werden wegen der vielen Tunnels elektrisch betrieben. Welches wären die Folgen einer plötzlichen Stromunterbrechung?

Ich denke zuerst an ein ruckweises Halten der Bahn mit einem zackigen Ruck (Handbewegung). Das brachte mir die zerfetzte Figur aus der Novureihe. Wegen des abgebrochenen Fahrens im Dunkeln dachte ich, die Birnen gehen aus, kein Licht, also Püsch. Ganz undeutlich dabei die elektrische Küchenlampe. Die runde Öffnung des Tunnels, aber anders herum war der Dreizack, der aber umgekehrt ist, wobei die Spitze im Boden steckt. Die Elektrische ist rechteckig. Ich suchte eine Verbindung zwischen dem Zug und dem runden Tunnel, finde aber nichts. Die Elektrische allein ist Ker. Ich komme darauf durch den Atlas mit dem eckigen Mann auf den Schultern, was eben Ker ergibt.

IV, 40.

Die Schweizer Bahnen . . .

Es entsteht ein allgemeines Durcheinander. Die Bahnen rutschen auf der schiefen Ebene ab, also ein Kriwa-Zustand . . . Als Richtung dient mir das Monogramm aus der Kriwareihe, das Schiefe kommt dann von selbst. Dann ist es dunkel, die Püschreihe. Vielleicht ab und zu ein Aufgehen von einer Lampe des Führerwagens, dabei die Autolaterne vorgestellt, aber mehr als Bild einer Lampe der Rheinuferbahn. Die Bahnpolizei ergibt vielleicht Grun.

Der zu suchende Sachverhalt wird antizipierendes Schema für eine Reihe mit gleichen Sachverhalten, wodurch das Auf-

treten der Bilder der Reihe und des dazu gehörigen Namens für den gesuchten Sachverhalt herbeigeführt wird. Vp. IV betont, der Name erscheint einfach mit dem Sachverhalt verbunden. Die Bilder der Reihe oder Bestandstücke der Bilder, die den gesuchten Sachverhalt enthalten, sind richtungsbestimmend für den Namen.

Auch in diesem Abschnitte zeigen sich hinsichtlich der Ergebnisse keine Unterschiede gegenüber früheren Feststellungen.

III. Wissen und Vorstellung bei der Begriffsverwendung.

Auf Grund der Protokolle ergibt sich, daß die mehrmalige Nennung desselben Namens nach Zwischenzeiten bei der gleichen Vp. bald ein Wissen, bald Vorstellungen auftreten läßt. Beide Inhalte tragen zum Zustandekommen des Bedeutungsbewußtseins bei. Ihre qualitative Verschiedenheit und die Tatsache ihres anscheinend gleichwertig Nebeneinanderbestehens läßt die Frage aufkommen, warum gerade bei der einen Nennung ein Wissen, bei der anderen Nennung desselben Namens zunächst eine Vorstellung ins Bewußtsein tritt. Die Protokolle geben für das Auftreten der einen oder anderen Art dieser psychischen Inhalte einige Anhaltspunkte. So kann man feststellen, daß die Vp. bestimmte Mittel anwendet, um Vorstellungen aufsteigen zu lassen. Man muß die Vp. als vornehmlich visuell ansprechen, wenn sie sich beim Vernehmen des Wortes dieses zunächst geschrieben vorstellt. Das geschriebene Wort erinnert sie an die Wahrnehmung des Wortes in der Lernsituation und erleichtert das Aufsteigen der bei der Einübung neben dem Namen gestandenen Bilder.

1. Mittel zur Reproduktion von Vorstellungen.

V Grun 4.

... Ich versuchte zunächst die Reihe so wie sie der Apparat gab zu reproduzieren. Da mir das nicht gelingen wollte, schrieb ich mir das Wort Grun hin ... Ich glaube, wenn ich Grun vor mir sehe, mir lebhaft ein damit verwachsenes Bild vor Augen führen zu können, was mir auch zum Teil gelang ... Schild, Pfahl und Helm waren so lebhaft in der Vorstellung, daß ich neben dem Wort Grun das länglich beleuchtete Feld vor mir sah und ich sah auch gewissermaßen Grun in dem Felde stehen.

II Lomo 4.

Ich versuche, Figuren zu sehen, es kommt aber nichts. Jetzt sehe ich das Wort Lomo genau an, es erscheint eine Wendepunktslinie, nun kommen aus- und einspringende Winkel.

Häufig wird von der Vp. der Versuch gemacht, beim Auftreten des Namens in die Lernsituation zu kommen, um Vorstellungen zu reproduzieren.

VI Penter 3.

Als ich Penter hörte, wußte ich nicht, was los war ... wurde in die Einübungssituation versetzt und sah optisch den Füllfederhalter vor mir.

IV Kari 6.

... Ich sagte mir das Wort nochmals vor, dadurch kam mir die Situation, die ich beim Lernen gehabt hatte ... dann klang mir etwas an Figuren an.

Um die Bedeutung des zunächst sinnlosen Wortes zu erfassen, ist in der Einprägung häufig eine Charakterfigur gebildet worden. Sie steht in enger Verbindung mit dem Namen, so daß bei Erwähnung des Namens die Charakterfigur assoziativ folgt.

II Ris 4.

Sofort kommt der kreisförmige Kerl in der Mitte der Reihe ... Ich habe bei Ris nicht den Überblick über die Reihe, denn sie ist durch den runden Kerl charakterisiert.

I Novu 12.

Es tritt gleich das Knickebein als typisch für die Figuren auf. Indem ich mir das Vorstellungsbild klar mache, erfasse ich wieder die Sachverhalte.

Ist der Bedeutungsinhalt des Wortes nicht mehr geläufig, so kann man aus den Protokollen feststellen, wie die Vp. sich bemüht, Vorstellungen zu reproduzieren, um wieder zum Verständnis des Wortes zu gelangen, denn die Geläufigkeit des Bedeutungsinhaltes geht in der Regel bei Nichtanwendung des Wortes verloren. In den nachfolgenden Protokollen beträgt die zwischen zwei Verwendungen des Wortes verstrichene Zeit zwei bis zehn Monate.

III Krail 44 (nach 10 Monaten 21 Tagen).

Krail? Ich suchte nur nach sinnvollen Figuren. Optisch hatte ich die Gießkanne vor mir, ja das ist es ja.

IV Kriwa 30 (nach 10 Monaten 7 Tagen).

... Versuche mir etwas vorzustellen. Es schwebt mir eine Figur vor, die im Komplex des Apparates und der ganzen Einübung vorkommt. Jetzt sehe ich das Schiefe der ganzen Reihe, das erste ist eine Suppenterrine ...

2. Mittel zur Reproduktion von Wissen.

Das Auftreten von Wissen nach der Namensnennung wird ebenfalls durch Hilfsmittel gefördert. Wie man sich erinnert,

wurden bei der Wahrnehmung der Figuren Verankerungen gebildet. Diese beziehen sich auf den Klang des gesprochenen oder die Buchstabenform des gelesenen Namens oder lehnen sich an einzelne typische Sachverhalte an. Diese Ähnlichkeiten treten als Beziehungswissen bei der Nennung bzw. dem Lesen des Namens reproduktiv auf.

II Novu 17.

Es ist mir bekannt und ich weiß, daß ich eine Brücke habe, mit deren Hilfe ich die Figuren finden kann. Novu = Neu, dann kommt sofort: neues Blech.

III Püsch 4.

Es kam ganz von selbst Püsch = Licht, und rein optisch erschien mir das Licht der Kerze.

Der Eindruck, den die Reihe in bezug auf die Gestalt der Figuren oder auf das, was durch sie zur Darstellung kommt, macht, hat sich bei der Vp. besonders eingeprägt und tritt bei Namensnennung als leicht reproduzierbares, allgemeines Wissen in das Bewußtsein. Das gleiche gilt von der Zeit des Bekanntwerdens mit einer bestimmten Reihe.

IV Lomo 9.

Es ist eine Reihe sinnloser Figuren, die ziemlich kompliziert sind. Es kommt aber keine Figur.

II Kriwa 8.

Ich wußte: Die Kribbelreihe mit dem zweifelhaften Beigeschmack. Dieses Wissen war bestimmt sofort da. Nun versuche ich das Zeitmoment wieder aufzufrischen.

3. Verhaltungsweisen auf Grund der Mittel unter 1 und 2.

Die Verwendung dieser Mittel, um ein Auftreten von Vorstellungen oder Wissen herbeizuführen, zeigt zugleich, daß das Arbeiten mit den Begriffsworten bestimmte Verhaltungsweisen zutage treten läßt, wie sich diese auch für den Bewußtseinsablauf bei der Namensnennung feststellen lassen.

Die Protokolle sind nur so weit wiedergegeben, wie es für die Darlegung des Bedeutungsbewußtseins nötig ist. Die Überschrift der Protokolle bedeutet: z. B. Ron 10. Die Vp. wurde 9 mal mit Ron beschäftigt, wobei der Name Ron stets in Verbindung mit den zu ihm gehörenden Bildern gezeigt wurde. Bei der 10. Beschäftigung mit Ron wurde der Name ohne Vorzeigung von Figuren erwähnt, worauf die Vp. ihr Erlebnis zu Protokoll gab. Desgleichen verhält es sich bei den übrigen Protokollüberschriften dieses Abschnittes.

Bei der Nennung des Namens Ron zu verschiedenen Zeiten ergaben sich bei der Vp. III die folgenden Protokolle:

(15. 6. 23.) Ron 10.

Das erste, woran ich dachte, waren ziemlich deutlich Stiefelfiguren. Als bestimmte Figuren kamen, wußte ich, diese heißen Ron.

(3. 7. 23.) Ron 15.

Ich überlege stark, indem ich mir immer das Wort Ron vorsage ... Plötzlich taucht die Stiefelreihe auf, die die Ronreihe sein könnte. In dieser Reihe lese ich ab, daß ein Merkmal die Wendepunktslinie ist.

Folgende Protokolle ergaben sich bei der Nennung des Namens Kriwa bei der Vp. IV:

(2. 6. 23.) Kriwa 6.

Die Figuren Kriwa stehen auf einer schiefen Ebene, wie es kommt, weiß ich nicht, es liegt aber so im Wort ... Es sind Figuren dabei mit verschnörkeltem Dampf ... Ich erinnere mich noch an einen Abend, an dem ich sagte, Kriwa und schief hängen zusammen.

(18. 6. 23.) Kriwa 8. (Es sollte ein Kriwa gezeichnet werden.)

... Es kam Kriwa — Kringel, wobei ich in die Versuchung kam, eine Figur mit kleinen Ringen zu zeichnen, dann kam das Monogramm mit den tausend Kringeln, doch war es nicht ganz klar, um es zeichnen zu können.

Bei dieser Verhaltungsweise wird bei der Namensnennung zunächst ein der Vp. schon vorher bekannter oder durch die Einübung entstandener Komplex reproduziert. Veranlassung dazu gibt der Name dieses Komplexes, der mit dem Begriffswort eine klangliche oder inhaltliche Beziehung eingegangen ist. Die in der Einübung entstandenen Komplexe tragen dabei zumeist die Bezeichnung nach dem allgemeinen Eindruck. Der Komplex ist dann Reproduktionsmotiv für die Vorstellungen, an denen nun nach Ablesen der Sachverhalte der ausschlaggebende Bedeutungsinhalt des Begriffswortes wieder gewonnen wird.

Protokolle der Vp. I bei Nennung des Namens Murau.

(16. 5. 23.) Murau 11.

Nun will sich eine Figur aufdrängen, die Ähnlichkeit mit dem Knickebein hat, es ist die dritte Figur.

(16. 5. 23.) Murau 13.

... Es taucht die erste Figur als Maßstab auf, an der ich mir sämtliche Sachverhalte klar machte.

Bei dieser Verhaltungsweise wird das Bedeutungsbewußtsein vornehmlich an einer bevorzugten Figur (Charakterfigur) oder mehreren Figuren gewonnen, die assoziativ nach der Nennung des Namens aufsteigen und an denen die Sachverhalte abgelesen werden. Wie aus Protokoll IV Ron 45 zu ersehen ist, tritt ein komplexes Erleben auch hier auf, nimmt jedoch bei dieser

Verhaltungsweise gegenüber den Vorstellungen hinsichtlich des Bedeutungsbewußtseins eine mehr sekundäre Stellung ein.

Ein Überblick über diese letzteren Untersuchungen ergibt, daß die Verhaltungsweisen bei den Vpn. einem häufigen Wechsel unterliegen. So sind die Vpn. II, III, IV und VI in beiden Verhaltungsweisen vertreten. Es wäre also eine unangebrachte Einschränkung, einer Vp. eine bestimmte Verhaltungsweise für alle Reihen zuzusprechen. Die augenblickliche Konstellation, der klangliche oder der bildhafte Eindruck des Wortes dürften für die Verhaltungsweise der Vp. bestimmend sein. Bei den einzelnen Namen wird in der Regel die einmal angenommene Einstellung beibehalten.

4. Zurücktreten des Vorstellungsmäßigen bei Geläufigkeit.

Was noch an dem Bedeutungsbewußtsein in unserer Untersuchung auffallen muß, ist die Äußerung einzelner Vpn., zum Verständnis des Namens auf keinerlei Vorstellung mehr angewiesen zu sein.

Diese Aussagen müssen um so mehr Bewertung erhalten, weil diese Arbeit ausschließlich darauf angelegt ist, ein Bedeutungsbewußtsein unter Zuhilfenahme von Vorstellungen zu erhalten.

Auf diese Tendenz wird sogar von den Vpn. selbst aufmerksam gemacht, wie sich aus den hierunter stehenden Protokollen erkennen läßt. So hat z. B. Vp. III in Ker 8 das vollständige Bedeutungsbewußtsein ohne Anwesenheit von Vorstellungen, betont aber zum Schluß des Protokolles, sich die Bilder, obwohl die Aufgabe vollständig gelöst ist, außerdem noch vorstellen zu können. Diese Bemerkung dürfte ihre Erklärung darin finden, daß die Vpn., die über die Ziele der Arbeit nicht unterrichtet waren, die Reproduktion von Vorstellungen zur Erlangung einer günstigen Lösung der gestellten Aufgabe als notwendig betrachten.

V Ker 6.

Ich habe sofort Vorstellung von Kerfiguren, die ich aber nicht nötig habe, da in Ker schon das scharfe Eckige liegt. Die Bilder dienen nur zur Kontrolle.

III Püsch 6.

Lampe! Ohne direkt eine Vorstellung der Bilder zu haben. Ich wußte sofort Lampen, nun kann ich mir die Bilder vorstellen.

Diese Äußerungen gaben Veranlassung, das Auftreten von klaren und schematischen Vorstellungen sowie von allgemeinem und speziellem Wissen in den Protokollen rechnerisch auszu-

werten. Ohne daß das Verständnis darunter leiden dürfte, teilen wir mit Rücksicht auf den beschränkten Raum nur die Endresultate der umfangreichen Tabellen mit. Bei vermehrten Vorzeigungen wurde nun in allen Protokollen für das spezielle Wissen eine Konstanz, für das allgemeine Wissen eine Steigerung festgestellt. Diese Inhalte sind wesentliche Bestandteile des Bedeutungsbewußtseins. Das verringerte Auftreten der klaren Vorstellungen kann darum nicht gut mit einem Verlorengehen des sinnerfüllenden Inhaltes der Begriffsworte in Zusammenhang gebracht werden, es spricht sich vielmehr darin die Tatsache aus, daß bei häufigeren Vorzeigungen der Figuren, mit anderen Worten, bei ansteigender Geläufigkeit des Begriffswortes, eine Abnahme der klaren und teilweise auch der schematischen Vorstellungen erfolgt, ein Ergebnis, das in gutem Zusammenhang mit den Aussagen der Vpn. steht, bei größerer Bekanntheit des Wortes auf Vorstellungen nicht mehr angewiesen zu sein. Da die Abnahme der klaren Vorstellungen auch bei großer zeitlicher Unterbrechung zwischen dem letzten Vorzeigen und der Erwähnung des Begriffswortes besteht, so kann man schließen, daß das einmal erlangte Verständnis bezüglich des Begriffswortes sich auch späterhin erhält, so daß die Vp. auch dann nicht mehr auf Vorstellungen zurückzugreifen braucht.

IV. Theoretische Betrachtungen.

Die hier folgende Schlußbetrachtung versucht in einer Qualitätenreihe darzulegen, welche Bewußtseinsinhalte den Gegenstand repräsentieren, bzw. beim Nennen des Namens auftauchen.

Die vorangegangenen Untersuchungen zeigten, wie bei der Wahrnehmung des unbekannten Wortes und der Figuren Gefühle ausgelöst wurden. Das einheitliche Gefühlserlebnis tritt als Repräsentant für die noch nicht beherrschte und geordnete Mannigfaltigkeit an den Figuren in den Vordergrund. Durch seine Bezeichnung und Zuordnung zu dem Namen der Reihe wird ein Bedeutungsinhalt geschaffen.

II Lomo 9.

... Lomo hat einen bestimmten Geruch für mich ... Ich kann es aber nicht ausdrücken, es ist eben nur ein Überblick.

Der Bedeutungsinhalt wirkt sich hier als ein »Geruch« aus. Dieser »Geruch« rührt von der noch nicht beherrschten Vielheit

an den Figuren her, die deutlich an der weiteren Bestimmung erkannt werden kann: »Es ist eben nur ein Überblick.«

VI Zauke 34.

Bei Zauke ein gewisses Stilgefühl, der menschenliebende Weltbürger.

II Kriwa 8.

Als ich das Wort sah, wußte ich, die Kribbelreihe mit dem zweifelhaften Beigeschmack. Ich hatte an Kriwa, Kribbeln angeknüpft . . . Kribbeln gibt die Stimmung des Zweifelhaften, Weltentrückten . . .

Die Bedeutungsinhalte der Worte Zauke und Kriwa basieren auf einem Gefühl und einer Erinnerung. Das Gefühl dürfte auf derselben Grundlage entstanden sein wie bei Protokoll II Lomo 9. Die Erinnerung ist symbolischer Natur und enthält nichts, was direkt auf die Figuren hinweist. Die Symbolik wird dazu beigetragen haben, die Charakterisierung der Reihen durch das Gefühl zu verdeutlichen. Das letzte Protokoll zeigt wieder deutlich das Emotionale als Auswirkung eines Schemas. Den Bedeutungsinhalt des Wortes Novu versucht die Vp. über die Erinnerung an ein zeitliches Datum zu gewinnen.

I Murau 11.

Ich habe nichts davon, doch liegt in dem Murau etwas Geknicktes . . .

I Lomo 19.

Ich fühle, daß die Lomo wenig Sachverhalte haben und mir immer durch ihre Einfachheit aufgefallen sind . . .

Hier wird zum ersten Male der Bedeutungsinhalt in Anlehnung an die Figuren zu erreichen versucht. Der allgemeine Eindruck, den die Figuren in der Vp. hinterlassen haben, ist bezeichnet worden. Die Reproduktion der Bezeichnung führt mit den dabei auftretenden Gefühlszuständen zum Verständnis des Wortes.

Ein weiterer Weg zum Begriffswort führt über die Beachtung gleicher Teilinhalte der Figuren. Nach ihrer Heraushebung und Zusammenfassung wurden sie zumeist wieder in einer Figur, der sogenannten Signalfigur oder Charakterfigur, festgelegt. Durch eine bevorzugte Beachtung der Teilinhalte der Figuren erhält das ehemals sinnlose Wort bei seiner späteren Verwendung sinnerfüllenden Inhalt in folgender Weise.

I Novu 12.

Es tritt gleich das Knickebein als typisch für die Figuren auf . . .

III Lomo 7.

Als ich den Namen las, sah ich sofort die erste Figur vor mir. Typisch für die Reihe ist die Spitze, der flache Bogen und auch das Dreieck.

V Ker 5.

Ohne Sachverhalte gab mir Ker das optische Bild der ersten Figur. Dann erst kam das Wissen bzw. Ablesen Ker = scharfeckig.

Die Bedeutung des Wortes stützt sich hier im Gegensatz zu früheren Berichten auf eine klare Vorstellung (Charakterfigur) und das Wissen von Teilinhalten der Figuren selbst, die von dem Erinnerungsbilde abgelesen werden.

Neben der Charakterfigur wird der Bedeutungsinhalt durch eine Vorstellung repräsentiert, die aus der Konstruktion der gleichen Merkmale aller Figuren hervorgegangen ist.

V Lomo 7.

Es drängte sich eine Figur auf, die ich nicht klar habe, sondern mehr in ihren charakteristischen Teilen ... Wenn ich eine Figur konstruieren soll, komme ich eher in eine Wendepunktslinie, da ich sonst ein Charakteristikum nicht konstruieren könnte.

IV Ker 7.

Wenn ich Ker sehe, kommt mir sofort ein Kerlchen rechteckig mit Zylinder, die Gliedmaßen sind auch rechteckig, die Beine sind vier parallele Linien, der linke Arm hat noch einen parallelen Strich nach oben, der wohl ein Spazierstock sein soll, ich glaube aber, das letztere ist Phantasie. Die Charakteristika sind in unbestimmter Bewegung.

III Ron 15.

... Plötzlich taucht die Stiefelreihe auf, die die Ronreihe sein könnte, ungefähr so: (Figur gezeichnet). Ich weiß nicht, ob diese Figur bestimmt in der Reihe vorkommt, sie könnte aber hineinpassen.

Die Veranschaulichung des sinnerfüllenden Inhaltes kann immer mehr zurücktreten und das Wissen von Sachverhalten in der gleichen Weise zunehmen. Das Wissen, welches das Verständnis des Wortes herbeiführt, ist in den nachfolgenden Protokollen allgemeiner Art und rührt vielfach aus einer Festlegung des allgemeinen Eindruckes her oder beruht auf klanglichen Assoziationen, die ehemals gestiftet wurden.

II Novu 17.

... Ich habe das Gefühl, als ob das **vu** in **Novu** mich noch auf etwas Rundes, Breites stoßen wollte ...

IV Kari 6.

... Es kam das Gefühlsmäßige von litauisch oder indogermanisch, so an altdeutsch erinnernd. Dann klang etwas an Figuren an. Ich ließ mir Kari nochmals vorbeigehen und suchte über die Brücke des Altdeutschen und fand dabei Kari = Kreis ...

II Ker 9.

Die Länglichkeit der Viereckreihe wurde durch das **e** von **Kerl** »längliche ausgedrückt ...

Weiterhin kann das Bedeutungsbewußtsein bei häufigem Gebrauch des Wortes durch die Reproduktion einer oder mehrerer Sachverhalte von der Figur wiedergegeben werden. In diesem Falle ist das Vorstellungsmäßige meist sehr wenig ausgeprägt. Einzelne Versuchspersonen betonen sogar, auf die

Anschaulichkeit verzichten zu können, da sie angeben, »genau zu wissen, was mit dem Wort gemeint ist«.

III Ris 8.

Als ich Ris hörte, sah ich zwar keine Figur, wußte aber, es ist etwas mit Kreis . . .

V Kriwa 6.

Kriwa ist etwas Verschnörkeltes, Krummes. Ein Bild als solches habe ich nicht . . .

VI Geimer 30.

. . . Ich habe mir die Geimerfiguren nicht vorgestellt, weil ich genau wußte, wie sie waren.

Nachdem wir nun auf Grund der vorangegangenen Protokolle das Begriffserlebnis in einer Qualitätenreihe zur Darstellung gebracht haben, muß die Frage gestellt werden, ob in den angeführten Berichten das Gebiet des Begriffserlebnisses erschöpft ist, oder ob es noch andere Bewußtseinsvorgänge dieser Art gibt, die durch die Untersuchung nicht gefaßt wurden. Wie macht sich z. B. die Tatsache geltend, daß in der Untersuchung die Begriffsbildung nur auf Grund von Wahrnehmungen vollzogen wird?

In der Qualitätenreihe zeigte sich, wie Gefühl, Vorstellungen, Vorstellungen mit Wissen und Wissen für sich allein die Erhebung eines sinnlosen Wortes zum Begriffswort zustande brachten.

Die vorgenannten psychischen Inhalte gewährleisten einen lückenlosen Aufbau der Reihe. Betrachtet man nun Berichte, in denen bei der Vp. durch die Aufnahme des Wortes einer Reihe diese Inhalte nicht auftreten, so kann man zugleich feststellen, daß der Vp. das Wort nach wie vor sinnlos erscheint. An den beiden letzten der folgenden Protokolle (III Ron 11, IV Lomo 4) dürfte man zudem erkennen, daß das Bekanntheitsgefühl allein zur Verständigung nicht hinreichend ist.

III Ris 3.

Das Wort ist mir unbekannt und sagt mir nichts.

V Krail 3.

Krail war mir so unbekannt, daß ich keinen Zweifel hatte, es noch nicht gesehen zu haben.

Diese Feststellungen und der lückenlose Aufbau der Qualitätenreihen dürften uns zu der Annahme berechtigen, daß das Begriffserlebnis in der Untersuchung erschöpfend zur Darstellung gelangt ist.

Wir können feststellen, daß die Vpn. nicht stets die gleiche Qualität des Begriffserlebnisses bevorzugen, sondern einen un-

vollkommenen Begriff (s. S. 535) neben klaren, deutlichen Begriffen verwenden. Im täglichen Leben werden sich ähnliche Vorkommnisse bei Gebildeten und weniger Gebildeten nachweisen lassen.

Die Begriffsbildung wird durch die Versuchsanordnung wesentlich nach der anschaulichen Seite hingedrängt. Aber dennoch finden wir Begriffserlebnisse, die vorwiegend aus emotionalen Zuständen ohne klare Vorstellung bestehen, wie auch solche, in denen das Vorstellungsmäßige geradezu abgelehnt wird, wie es z. B. bei Geläufigkeit des Begriffswortes gezeigt wurde. Der Vorwurf einer einseitigen Einstellung auf die Anschaulichkeit dürfte damit wesentlich abgeschwächt sein, zumal die sich natürlich entwickelnden Begriffe fast ausschließlich an anschaulichem Material gewonnen werden. In erster Linie wird die Verhaltungsweise der Vp. für das Begriffserlebnis bestimmend sein, das Auftreten vorstellungsmäßiger Elemente wird durch sie weitgehend beeinflußt.

Das für die Begriffsbildung durchaus wesentliche Problem ihres unanschaulichen oder anschaulichen Erlebens zu untersuchen, war nicht die Aufgabe dieser Arbeit. Doch ist es möglich, auch hierzu auf ein Ergebnis hinzuweisen. Aus den Protokollen III Ris 8 und V Ris 6 dürfte zu entnehmen sein, daß bei unanschaulichem Erleben der Begriffe Hilfsmittel Verwendung finden, die infolge Geläufigkeit auf anschauliche Repräsentation verzichten können. Sie bilden eine Brücke, über die die Vp. dann weiterhin unanschaulich zur endgültigen Bedeutung des neuerworbenen Begriffes gelangt.

Zu einer Erklärung der Begriffserlebnisse wäre zu sagen: Die Anfänge der Begriffsbildung sind assimilativer Natur. Die neuen Eindrücke suchen in dem schon Bekannten nach Einordnung. Entweder gelingt dieser Assimilationsprozeß, oder er gelingt nicht. Im ersten Falle wird eine Verfilzung der Bewußtseinsinhalte angebahnt. So erinnert Krail eine Vp. an Kral. Arfel an Werfel, Kriwa an Litauen. Das schon Bekannte tritt in der Folge in Verbindung mit dem neuen Eindruck auf. Anklingende Vorgänge hierzu dürften im täglichen Leben leicht gefunden werden. Der reproduzierte Inhalt mit den sich anschließenden Gefühlen verhüllt häufig längere Zeit das eigentliche Wesen des neu Aufgenommenen. Für die Verständigung wirken diese Erinnerungen als Sprungbrett, von denen aus der sinnerfüllende Inhalt wieder gewonnen wird. Bei nicht ge-

lingender Assimilation steht etwas ganz Neues isoliert im Bewußtsein. Bevor noch das Wesen dieses Neuen erkannt ist, genügt der von ihm hinterlassene Eindruck und die ihm anhängenden emotionalen Zustände zu seiner Erhebung zu geistigem Besitz. Die volle Erfassung des neuen Eindruckes wird auch hier wieder durch die sich ausbreitenden Gefühle erschwert. So erscheint der Vp. eine Reihe als die hebräische oder morgenländische, eine andere wird als schlanke bzw. bauchige Reihe bezeichnet.

Die Auswirkungen des gelungenen und nicht gelungenen Assimilationsprozesses sind also insofern gleich, als nach ganz allgemeinen Gesichtspunkten unter Vorherrschung von emotionalen Zuständen eine Charakterisierung erfolgt. Dinge nach dem allgemeinen Eindruck zu bezeichnen, nimmt in der sprachlichen Entwicklung des Kindes eine bevorzugte Stellung ein. Auch hier gibt es hinreichend Gelegenheit, festzustellen, wie das Emotionale den Ausschlag für die Benennung liefert. Man braucht sich nur zu erinnern, wie für den jungen Menschen jedes Tier ein Wau-Wau ist, jeder Mann, der ihm Gutes erwies, als Onkel bezeichnet wird[1]).

In unseren Versuchen wurde die Charakterisierung benutzt, um mit dem Namen der Reihe eine erste Bedeutung verknüpfen zu können. Solche Benennungen schaffen in der Regel einen noch wenig leistungsfähigen Begriff, mit dem eine Verständigung kaum zu erzielen ist. Diese Tatsache wird auch bei der Verwendung erkannt und führt dazu, das Neue besser kennen zu lernen. Die späteren Wahrnehmungen der Dinge sind von Analysen bzw. Sachverhaltserfassungen begleitet, wodurch versucht wird, das Neue geistiges Eigentum werden zu lassen. Zunächst erfaßt die Vp. in einzelnen Figuren eine Anzahl wiederkehrender Merkmale. Auf diese richtet sie ihre Aufmerksamkeit. Sie sucht diese Merkmale »durch die ganze Reihe hindurch zu bringen«, oder »ihre Allgemeingültigkeit« festzustellen. So schälen sich aus den festgestellten Teilmerkmalen die für die Reihe charakteristischen heraus. Die einsetzende positive Abstraktion hebt das Gleiche auf die höhere Stufe der Einheitlichkeit. Aus der vordem sinnlos erscheinenden Mannig-

1) So bezeichnet der Sohn des Vl. (1 Jahr 2 Monate) jeden an der Decke hängenden Gegenstand mit Max, da die Lampe seines Kinderzimmers eine Max- und Moritzfigur darstellt.

faltigkeit kristallisiert sich ein Sinn, der sich zunächst in der regelmäßigen Wiederkehr bestimmter Sachverhalte zum Ausdruck bringen läßt. Mit der ehemaligen Benennung verbindet sich nun ein ganz neuer, das Wesen des Gegenstandes treffender Inhalt. Die Auswahl der bevorzugten Merkmale wird in der Regel in einer Figur verdichtet, die diese Teile für die Vp. offensichtlich zur Schau trägt. So entsteht auf der einen Seite das Wissen von bestimmten, charakteristischen Inhaltsteilen, auf der anderen Seite eine Figur, an der diese Teile jederzeit wieder abgelesen werden können. Es liegt ganz in der Eigenart der Vp., ob die wissens- oder vorstellungsmäßige Seite des Charakteristischen der Reihe zur größeren Ausprägung kommt. Gewöhnlich tritt an dieser Stelle auch ein Wechsel der Bezeichnungen ein, in dem die anfänglich auf Grund des allgemeinen Eindrucks angewandte Bezeichnung durch die aus dem Wesen der Figur entspringende ersetzt wird. Der Name wird damit zu einem symbolischen Zeichen, zum Begriff. Die Verwendung des Namens für eine Summe von Sachverhalten, Gefühlswerten oder eine Charakterfigur erfolgt nach Erkenntnis ihrer Gleichsetzung durch Angewöhnung.

Wie steht es nun mit der Verwendung solcher Begriffe? Wir haben hier die Frage zu beantworten, wie es kommt, daß jeder in der Qualitätenreihe aufgezeigte psychische Inhalt das ehemals sinnlose Wort verständlich erscheinen lassen kann. In dem beschreibenden Abschnitte wurde nachgewiesen, daß die den Bedeutungsinhalt konstituierenden Teile: Gefühle, Vorstellungen, Wissen, Komplexbestandstücke sind. Diese Eigenschaft ist von ihnen im Laufe der Zeit erworben worden. In den ersten Stadien der Entwicklung bestanden meist nur assoziative Verbindungen zwischen dem sinnlosen Wort und der Erinnerung, dem Wort und der Vorstellung, dem Wort und einem Wissen von Sachverhalten. Das Ganze trug den Charakter einer sogenannten Und-Verbindung. Indem nun die Gesichtspunkte der Ähnlichkeit, Gleichheit, Verschiedenheit an diese Inhalte herangetragen wurden, verschmolzen sie zu einem einheitlichen Ganzen, und das Neue war nun nicht mehr eine bloße Summe einzelner Teile, sondern viel mehr als dieses, da jedes Glied mit dem anderen auf Grund von Relationen verbunden war.

Vergleicht man nun die verschiedenen bereits bestehenden Begriffstheorien mit den Ergebnissen unserer Untersuchung,

so ist festzustellen, daß diese Theorien durchweg Teilvorgänge der Begriffsbildung richtig erkennen. Indem sie aber diese Teilvorgänge als besonders wichtig ansehen, aus dem Ganzen herausheben und ihnen eine überragende Stellung geben, wird der ganze Vorgang der Begriffsbildung verzerrt. In diesen Punkten haben die Theorien ihre schwächste Stelle.

Wir zeigen nun, wie die in den folgenden Theorien hervorgehobenen psychischen Vorgänge auch in unserer Untersuchung auftreten und hier tatsächlich nur als Teilvorgänge des Begriffserlebnisses angesehen werden können.

Die Möglichkeitstheorie[1]) sucht die Erklärung für das Zustandekommen eines Begriffes im Unbewußten. Das Unbewußte ist angeregt und kann im nächsten Augenblick Inhalte über die Bewußtseinsschwelle treten lassen. Diese möglichen Inhalte werfen nun einen Reflex ins Bewußtsein, der sich als nicht sinnliches Element im Begriff zeigt.

Unsere Untersuchung dürfte gezeigt haben, daß die im Unbewußten angeregten Inhalte zumeist Vorstellungen in statu nascendi sind, und der Reflex die an ihnen erfaßten Beziehungen, die häufig im Ablauf erscheinen, bevor die anschaulichen Repräsentanten wahrgenommen werden. Diese Tatsache ist auch schon von Lindworsky, Michotte und Prüm erkannt worden, unsere Protokolle geben dazu weitere Beiträge. Auf Grund unserer Untersuchung müssen wir feststellen, daß diese Reflexe für die Entwicklung des Begriffes zwar wichtig sind, doch nichts dazu berechtigt, sie isoliert als das Wesen des Begriffserlebnisses herauszustellen.

Die Verdichtungstheorie[2]) erklärt die Begriffsbildung durch die Tatsache der Verkürzung und Vereinfachung der psychischen Vorgänge. Nach unseren Ergebnissen dürfte Verkürzung und Vereinfachung einesteils als eine Folgeerscheinung der Tatsache anzusehen sein, daß Bestandstücke des Bedeutungsinhaltes den Grad hoher Gewißheit erlangten, bzw. eine höhere Bewertung erhielten. Ein solcher Fall liegt z. B. in unseren Protokollen dann vor, wenn die Vp. auf das Anschauliche verzichtet, da ihr die Figuren hinreichend bekannt sind (Geläufigkeit). Andererseits wird man eine Verdichtung

1) Vgl. Bühler, Tatsachen und Probleme zu einer Psychologie der Denkvorgänge. I. Über Gedanken. Arch. f. d. ges. Psych. Bd. 9 S. 325 ff.

2) Bühler a. a. O. S. 121.

im Sinne einer Vereinfachung im Begriffserlebnis dann feststellen können, wenn die stets wiederkehrenden Sachverhalte in der Vielheit der Erscheinungen an eine anschauliche Grundlage gebunden werden, wie es z. B. in den Versuchen mit einer selbstkonstruierten Charakterfigur der Fall ist, die man im ganzen gleichsam als arithmetisches Mittel aller Figuren ansehen kann. Auch hier wird man diese Vorgänge sich nur als Teilvorgänge der Begriffsentwicklung denken dürfen.

Die Abstraktionstheorie sucht den wesentlichen Zug der Begriffsbildung in dem Hervorheben der gleichen oder ähnlichen Inhalte. In der vorliegenden Untersuchung sind solche psychische Vorgänge häufig nachzuweisen. Es muß hier nur gesagt werden: sie allein machen das Begriffserlebnis nicht aus, sie sind auch nur Teilvorgänge eines größeren Ganzen.

Die Unterscheidungstheorie ist mit der vorigen Theorie nahe verwandt, indem hier Begriffe durch Vergleichen und Unterscheiden ausgebildet werden. Auch unsere Vpn. unterscheiden und vergleichen, um zum richtigen Begriff zu gelangen. Es dürfte hier daran erinnert werden, wie die Benennung der Reihen auf Grund des allgemeinen Eindrucks als ungenügend für eine unterscheidende Verständigung erkannt, und eine solche aus den Inhalten der Figuren herausgesucht wird.

Auch die Vorgänge, die zur Bildung der Assoziationstheorie geführt haben, lassen sich in der vorliegenden Untersuchung nachweisen. Die wahrgenommenen Figuren stehen in einem komplexen Gefüge, und das Auftreten einer von ihnen zieht oft alle anderen nach sich. Aber damit allein kann die Begriffsentwicklung nicht abgetan werden, stellten wir doch fest, daß bei der Wahrnehmung ein Erfassen von Sachverhalten parallel geht und die Verwendung des Begriffswortes Erlebnisse aufzeigt, in denen eine Abfolge deutlicher Vorstellungen nicht nachzuweisen ist. Ihre Entbehrlichkeit dürfen besonders jene Protokolle darlegen, in denen eine Geläufigkeit des Begriffswortes betont wird.

Zuletzt sei noch die Theorie von Lindworsky und Bühler erwähnt, die besagt: Der Begriff ist die Summe der Sachverhalte. Auch unsere Darlegungen zeigen den Begriff als eine solche Summe. Diese ist aber nicht als reine Und-Verbindung anzusehen. Ihre einzelnen Glieder sind Bestandteile eines Komplexes, nach allen Richtungen miteinander verfilzt. Da-

durch wird zugleich die Tatsache erklärt, daß schon ein Bestandstück die Bedeutung eines Begriffes herbeiführen kann. Die Summentheorie wollte wohl in diesem Sinne verstanden werden, doch war das Mehr-als-Summenhafte nicht klar genug herausgestellt.

Zusammenfassend läßt sich sagen: man erkennt, daß alle vorangegangenen Theorien Teilvorgänge des Begriffserlebnisses darstellen. Indem sie aber diese Teilvorgänge zu Wesensvorgängen erheben und darauf ihre Theorien aufbauen, versperren sie sich selbst den Weg zu einer vollständigen theoretischen Betrachtung.

(Eingegangen am 13. Januar 1925.)

Literaturberichte.

Bauch, Bruno, Das Naturgesetz. Leipzig-Berlin, B. G. Teubner, 1924. VII und 76 Seiten.

Das Verhältnis von Philosophie und Wissenschaft zueinander hat sich im Laufe der Geschichte durchaus nicht einheitlich und gleichförmig gestaltet. Denn wie notwendig auch diese beiden Gebiete der geistigen Kultur zueinander gehören, wie zweifellos es ist, daß sie nur in strenger organischer Verknüpfung miteinander wahrhaft gedeihen können, so weist uns doch die Geschichte manche Epochen auf, in denen sich eine Kluft zwischen Philosophie und Wissenschaft zu bilden schien. So ist auch unsere Zeit gerade daran, die Erbschaft einer derartigen Epoche zu liquidieren. Dieses Mal war es das Auftreten der Relativitätstheorie wie auch der mächtige Aufschwung, den die Quantentheorie in den letzten Jahren nahm, die die grundlegenden Fragen der Erkenntnis wieder stark in den Vordergrund stellte und die Bedeutung dieser Fragen für die Wissenschaft deutlich vor Augen führte.

Somit gewinnt die Schrift von B. Bauch, die als das erste Heft der Sammlung »Wissenschaftliche Grundfragen« (herausgegeben von R. Hönigswald) erschienen ist, ein besonders aktuelles Interesse. Der bekannte Philosoph, der seit Jahren schon in engster Fühlung mit den Naturwissenschaften steht, gibt uns in dieser Schrift eine äußerst scharfe und klare Analyse dessen, was unter dem Naturgesetz gewöhnlich verstanden wird und was darunter verstanden werden soll. Zunächst wird gezeigt, worin der Unterschied zwischen »Gesetz« und »Regel« besteht: Regel ist immer »subjektbezogen«, während »die Objektivität ... die spezifische Differenz des Gesetzes gegenüber der Regel sein soll«. Dann wird der Zusammenhang zwischen »Gesetz« und »Kategorie« erörtert, der zu dem grundlegenden Problem hinführt, zu der Beziehung zwischen »Gesetz« und »Begriff«. Dabei entwickelt der Verfasser die »Funktionstheorie des Begriffes«, die er »der alten psychologisch-positivistischen Abstraktionstheorie des Begriffes« entgegenstellt; die Argumente, die der Verfasser zugunsten der ersten Theorie ins Feld rückt, ebenso wie seine Lehre von der »Konkreszenz« und »Abstrahenz« der Begriffe erscheinen uns ganz besonders eindrucksvoll und fruchtbar. Der »funktionale Begriffscharakter« des Naturgesetzes rückt durch diese Überlegungen ins helle Licht, aber auch die Unterscheidung zwischen der »naturgesetzlichen Allgemeinheit« und der »begrifflichen Allgemeinheit«, indem die erstere als ein Ausschnitt aus der letzteren erfaßt wird. Das letzte Kapitel der Schrift führt das Problem noch einen Schritt weiter, indem die Naturgesetzlichkeit überhaupt diskutiert und als Grundlage der Naturbegreiflichkeit erkannt wird.

Eine Schrift aus der Feder von Bruno Bauch bedarf wohl keiner Empfehlung. Erwähnen möchten wir bloß, daß der Verfasser eine Fülle

von geschichtlichem und systematischem Material zu verarbeiten und seinem Zwecke in äußerst lehrreicher Weise dienstbar zu machen weiß. Die ganze Untersuchung ist nur ein kleiner Ausschnitt aus einem weitverzweigten Gedankenkomplex, der in dem tiefgründigen Werke desselben Verfassers: »Wahrheit, Wert und Wirklichkeit« seine Darstellung gefunden hat.

Dr. Gawronsky, Privatdozent an der Universität Bern.

Fritz Giese, Das außerpersönliche Unbewußte. Theoretische Bemerkungen zum intuitiven Denken. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn A.-G., 1924. (Sammlung Vieweg Heft 72.)

Giese will eine Arbeitshypothese über das intuitive Denken gewinnen und stützen. Wie lautet sie? Intuitives Denken ist nicht unmittelbares Ergebnis eines Gehirnvorgangs und kein schöpferischer Akt des Menschen, sondern besteht in der Aufnahme von Außenreizen, deren Ort außerhalb des Ichs ruht. Der nähere Charakter dieser Reize ist noch unbekannt, dürfte aber verwandt sein mit den energetischen Vorgängen der Außenwelt, die unsere Sinneswahrnehmungen hervorrufen. Das intuitive Denken ist also bestimmt durch ein außerpersönliches Objektives. Wir denken nicht, wir werden gedacht — es macht uns denken (S. 61). Giese geht also weiter als Lichtenberg, auf dessen bekanntes Wort: »Nicht ich denke, sondern es denkt in mir« er sich beruft (S. 31). Denn Lichtenberg leugnet damit doch nicht die Eigenproduktion der Ideen, Giese aber meint, das Individuum bringe nichts hervor, sondern biete nur Resonanz (S. 76); intuitives Denken sei Außenprojektion ins Ich (S. 87).

Die Geschichte des Erkenntnisproblems weiß ja wohl öfter von ähnlichen Theorien zu berichten. Die Lehre von der Entstehung der »Bilder« im Verstande, der Eidola des Epikur, die Gassendi erneuert hat, steht Gieses Anschauungen sehr nahe. Der geistreiche und kundige Verfasser wird uns aber verzeihen, wenn wir seine Argumentation als gescheitert ansehen — vor allem aus erkenntniskritischen Gründen. Was sich vom psychologischen und psychoanalytischen Standpunkt für seine Hypothese vorbringen läßt, mag man in der keineswegs uninteressanten Schrift selbst nachlesen.

Dr. Hermann Michel.

Wilhelm Jerusalem, Einleitung in die Philosophie. Wien und Leipzig, Wilhelm Braumüller, Universitäts-Verlagsbuchhandlung, 1923. Neunte und zehnte Auflage.

Zweimal seit dem Beginn des Weltkriegs, den er mit soziologischen und ethischen Schriften begleitet hatte, durfte Wilhelm Jerusalem an eine Überprüfung seiner bekannten Einleitung in die Philosophie gehen. Ziemlich unverändert übernahm J. in der 7./8. Auflage die Erkenntnistheorie, Metaphysik und Ästhetik, betonte aber mehr die Ethik und gab der Soziologie einen eigenen Rang. In der vorliegenden 9./10. Auflage, die wir hiermit bestens empfehlen, findet man auch Erweiterungen in der Erkenntnistheorie, nämlich Bezugnahme auf die Phänomenologie und die Philosophie des Als Ob. Aber auch die Soziologie wurde abermals ergänzt. Auf S. 245 beschäftigt sich Verf. eingehender mit Lorenz von Stein, »der

ungefähr gleichzeitig mit Auguste Comte, aber, wie es scheint, ganz unabhängig von ihm, die Soziologie als Wissenschaft gefordert und begründet hat«. Als »vorläufige Skizze« gibt hierbei Jerusalem ferner eine soziologische Erkenntnislehre (S. 286ff.). Bei dieser soziologischen Erkenntnistheorie, auf die ich, entgegen unserer Gewohnheit bei der Ankündigung von Neuauflagen, kurz eingehen möchte, weist er zu Anfang darauf hin, daß Apriorismus wie Evolutionismus als etwas ganz Selbstverständliches voraussetzen, daß der Mensch von Natur aus und somit von allem Anfang an die Fähigkeit besitze, rein theoretisch zu denken. Die Position seiner 1905 — auf Grund einer biologischen Betrachtung des Erkenntnisprozesses und der ihm sympathischen Münsterbergschen Theorie von der ursprünglich nur »Stellung nehmenden« Funktion des Bewußtseins — erfolgten Anzweifelung jener Voraussetzung (»Der kritische Idealismus und die reine Logik«) verstärkt J. nunmehr durch die soziologische Betrachtungsweise: Die Seele des Primitiven ist ganz ausgefüllt von »Kollektivvorstellungen«, von seelischen Gebilden, in denen die emotionellen und die motorischen Elemente (d. h. die subjektiven Gefühle und Triebe, die durch die Wahrnehmung der Vorgänge ausgelöst werden) fast allein dominieren, während das, was wir heute als die objektiven Bestandteile der Wahrnehmungen betrachten, fast ganz bedeutungslos bleibt (S. 287). — Mit der Arbeitsteilung ist nun die soziale Differenzierung verbunden, worauf die Entwicklung des Menschen aus der sozialen Gebundenheit zur eigenkräftigen Persönlichkeit folgt; in dieser Sphäre lernt der Mensch die Tatsachen rein objektiv beobachten, und die Seele wird intellektualisiert (der Gesellschaftsentwicklung entspricht die Erkenntnisentwicklung). J.s Ergebnisse für den Erkenntnisprozeß sind nun: Nicht entspricht dem wirklichen Gang der Entwicklung die Annahme, daß wir von konkreten und individuellen Wahrnehmungen zu vagen Allgemeinvorstellungen und von da zu streng logischen Begriffen aufsteigen. Vielmehr beginnt die Erkenntnis der Dinge mit »sozialen Verdichtungen«; erst nach der Verselbständigung erkennt der Mensch »Tatsachen«.

A. Römer (Leipzig).

Otto Selz, Über die Persönlichkeitstypen und die Methoden ihrer Bestimmung. Erweiterter Sonderabdruck aus dem Bericht über den VIII. Kongreß für experimentelle Psychologie in Leipzig (1923). Jena, Gustav Fischer, 1924. 44 S.

Die mehr gefühlsmäßige Unterscheidung von Persönlichkeitstypen ist wohl sehr alt, aber erst seit etwa 20 Jahren hat man versucht, diese Typen genauer zu bestimmen und methodisch zu erforschen. Das geschah vornehmlich auf den großen Gebieten der Geschichtswissenschaften, der Psychologie und der Psychiatrie. Eine ungemein dankenswerte Übersicht über Erstrebtes und Erreichtes, Fragliches und Gesichertes, Voraussetzungen und Arbeitsweisen bietet mit kritischer Stellungnahme Otto Selz, der durch eindringende Untersuchungen zur Lösung des verwickelten Problems auch selbständig beigetragen hat. Selz würdigt insbesondere die Arbeiten Diltheys und seiner Anhänger, geht ausführlich auf Sprangers Strukturtypen ein, gedenkt Kruegers und Freyers und bespricht die Werttypen

von Jaspers. Er wendet sich dann den von Heymans und seiner Schule zuerst untersuchten Korrelationstypen zu und erläutert die Gewinnung von Voll- und Teilpsychogrammen durch das Experiment (Lipmann, Jaensch, Ach, Moede, Giese u. a.). Schließlich behandelt er die Typenunterscheidungen, die im Zusammenhang mit der psychiatrischen Konstitutionsforschung erwachsen sind (Jung, Bleuler, Kretschmer). Die Anmerkungen verzeichnen auf 17 Seiten nicht bloß reiches bibliographisches Material, sondern führen auch Einzelnes näher aus. Hingewiesen sei zumal auf die Erörterungen über Wölfflin und Walzel (S. 32f.), über den nicht immer eindeutig gebrauchten Strukturbegriff (S. 33f.), über William Sterns personalistische Philosophie (S. 36f.). Die lichtvolle und umsichtige Schrift wird nicht bloß den Psychologen von Fach willkommen sein, sondern allen Geisteswissenschaftlern Anregung und Belehrung gewähren.

Dr. Hermann Michel.

R. Heinrich, Über Komplexbildung und Assoziation. In: Untersuchungen zur Psychologie und Pädagogik. Herausgegeben von Narciß Ach, o. Prof. der Univ. Göttingen. 4. Bd. 1 und 2. Heft. Göttingen 1924. (S. 3—76.)

Die Untersuchung dient dem Nachweise, daß 1. es auch dann zu einer festen Komplexbildung kommen kann, wenn keine festen Assoziationen und keine günstigen Bedingungen für eine Assoziierung der Glieder des Komplexes vorhanden sind, und 2. es es zu einer festen Komplexbildung kommen kann und dennoch nicht zu einer Assoziierung der Glieder. Dazu treten Beobachtungen über die Eigenschaften von komplexen permutierten Silben, sowie über die Eigenschaften permutierter Silbenkomplexe. — Die Versuchsmethode besteht zur Hauptsache darin, daß Silbenreihen, die eine geschlossene Gruppe von 4 unter sich in der Stellung fortgesetzt geänderter (permutierter) Silben enthalten, im übrigen aber wie gewöhnliche Silbenreihen beschaffen sind, zunächst gelernt und dann nach verschiedenen Methoden hinsichtlich der Stärke der bestehenden Assoziationen usw. geprüft werden. Es ergab sich, daß in Assoziation die permutierten Silben zwar schwerer gelernt werden als die anderen, in ihrer Reihenfolge gebundenen, aber trotzdem eine in sich geschlossene Gruppe (ein »Komplex«) wurden, deren Glieder bei der Prüfung meist nicht in bestimmter Reihenfolge aufgesagt, sondern einzeln als zu der Gruppe gehörig genannt wurden. Diese Komplexe bezeichnet Heinrich als »Kollektiv-Komplexe«, d. h. Komplexe, deren Glieder stets eine gewisse Selbständigkeit behalten, während die Glieder von »Singular-Komplexen« ihre Selbständigkeit um so mehr aufgeben, je häufiger der Komplex »benutzt« wird (Beispiel: Wörter sind Singular-Komplexe, ihre Glieder, die Buchstaben, sind unselbständig geworden; Vokabelpaare sind Kollektiv-Komplexe). Die Tatsache der Gruppen-Verbundenheit der permutierten Silben wird in Anlehnung an Poppelreuters Sekundärerlebnis-Theorie erklärt. Dem Einwand, daß Stellenassoziationen und unmittelbare Paarassoziationen den Zusammenhalt der permutierten Silben bedingen, wird durch geeignete Abänderung des Aufbaus der Silbenreihen begegnet. In weiteren Versuchen wurde festgestellt, welche Wirkung es hat, wenn Silben innerhalb eines schon gebildeten Komplexes ihre Reihenfolge ändern; die

Entstehung bestimmter Komplexe wurde dabei in der Weise veranlaßt, daß die ersten 4 Silben einer Reihe gleichfarbig (etwa blau) geschrieben wurden, die nächsten 4 gleichfalls, aber in anderer Farbe (rot), die letzten 4 in einer dritten Farbe (grün). Trotz dieser Benachteiligung der Assoziationen innerhalb des Komplexes erfolgte die Komplexbildung mit völliger Eindeutigkeit. Endlich dienten andere Versuchsreihen der Beantwortung der Frage, welche Wirkung die Permutation ganzer Silbenkomplexe auf diese Komplexe und auf den Assoziationszusammenhang der Reihe hat. — Der Verfasser kommt zu dem Ergebnis: »Die Komplexbildung beruht nicht (er gibt aber Ausnahmen im Sinne der »vorgebildeten Komplexbildung« G. E. Müllers S. 72 zu. Der Referent) auf Assoziation, und sie braucht nicht zu Assoziation zu führen« (S. 73). Eine Reihe bemerkenswerter Feststellungen über die Gesetze der Komplexbildung schließt sich an; besonders bedeutungsvoll aber scheint mir die immer wieder gemachte Beobachtung zu sein, daß die meisten Versuchspersonen, sobald sie erkannt hatten, daß eine gewisse Zahl von Silben ihre Stellung in der Reihe veränderte, diesen Silben eine von Grund auf andere Einstellung entgegenbrachten als den gewöhnlichen Silben. Die permutierten Silben (d. h. die Glieder der untersuchten Komplexe) wurden in der Regel nicht wie die andern Silben gelernt, sondern traten in einen Wissenszusammenhang ein.

Die Untersuchung ist bereits 1921 abgeschlossen und berücksichtigt infolgedessen die seitdem erschienene Literatur nur andeutungsweise.

Busemann.

Rudolf Brun, Das Leben der Ameisen. Leipzig, Verlag B. G. Teubner, 1924. kl. 8. 211 Seiten.

Der durch seine eigenen Forschungen auf dem Gebiete der Biologie und Psychologie der Ameisen rühmlich bekannte Verf. gibt hier eine zusammenfassende Darstellung dieses hochinteressanten Zweiges der Biologie für weitere Kreise. Das Buch schließt sich inhaltlich eng an die vortreffliche Monographie von K. Escherich (Die Ameise. 2. Aufl. 1917) an, von der es sich hauptsächlich durch die weit kürzere Darstellung unterscheidet — im Verein mit dem billigeren Preis ein Vorteil für seine weitere Verbreitung unter Nicht-Biologen, Schülern usw. So sind z. B. Morphologie (mit Ausnahme des wichtigen Polymorphismus) und Anatomie fast ganz unberücksichtigt geblieben, und von den übrigen bei Escherich behandelten Fragen ist nur das Wesentlichste in weiten Zügen geschildert. Gute Abbildungen und einige übersichtliche Tabellen erleichtern das Verständnis. Der gesamte Stoff ist in vier Hauptabschnitte gegliedert: I. Soziale Organisation; II. Soziale Ökonomie; III. Soziale Symbiose; IV. Sinnes- und Seelenleben.

Die Ansichten des Verf. über die Ameisenpsychologie sind bekannt — den betreffenden Abschnitt des Escherichschen Werkes hat er in der zweiten Auflage ja auch revidiert. Hier in dieser Darstellung kommen sie naturgemäß besonders scharf zum Ausdruck. Brun stützt sich betontermaßen ganz und gar auf die Semonsche Mnemelehre und sieht in dem Gedächtnis das einzig mögliche Kriterium, die »Lebensäußerungen der Tiere in objektiver Weise zu erfassen und psychologisch zu analysieren«, während

er den Analogieschluß für vollständig verwerflich hält. (Dann gäbe es bei konsequenter Durchführung wohl überhaupt keine Tierpsychologie.) Er unterscheidet scharf zwischen zwei verschiedenen Kategorien: a) erbliche Artreaktionen oder Instinkte, und b) individuell erworbene »plastische« Reaktionen. (Im Gegensatz hierzu macht man neuerdings — z. B. Alverdes — diesen grundsätzlichen Unterschied nicht mehr.) Das Wesentliche der individuellen plastischen Reaktionen ist die Möglichkeit zur Bildung neuer Assoziationen. Diese Möglichkeit ist bei den Ameisen vorhanden, indessen werden ihre Handlungen im überwiegenden Maße durch Instinkte regiert. »Höhere geistige Qualitäten, wie Intelligenz, logisches Denken, Überlegung, Urteilskraft usw.« sind den Ameisen dagegen »durchaus abzusprechen«. In diesem letzteren Punkt befindet sich Brun in Übereinstimmung mit wohl fast allen modernen Ameisenforschern.

Seine eigenen langjährigen Untersuchungen mit ihren z. T. sehr wichtigen Ergebnissen (z. B. die Versuche über das Bethesche Polarisationsphänomen) geben den Ansichten des Verf. entschieden ein großes Gewicht, seine Behauptungen sind großenteils gut fundiert. In manchen Punkten hat man jedoch den Eindruck, als habe er die Ergebnisse und Anschauungen der neueren Tierpsychologie nicht genügend berücksichtigt. Wenn er — um nur eines herauszugreifen — z. B. an die Köhlerschen Versuche mit Anthropoiden gedacht hätte, würde er wohl kaum im Anschluß an die Schilderung der Webetätigkeit der Weberameisen den auch sonst anfechtbaren Satz (der sich übrigens schon bei Escherich im selben Zusammenhang findet) ausgesprochen haben: »Der Fall, daß ein Tier sich zur Erreichung eines bestimmten Zweckes eines Werkzeuges bedient . . . steht in der gesamten Schöpfung wohl einzig da.«

Das sind jedoch in diesem Fall Unwesentlichkeiten, die den Wert des sehr fesselnd geschriebenen Buches als Einführung in das so ungeheuer mannigfaltige Gebiet der Ameisenbiologie nicht beeinträchtigen.

F. Pauli (Leipzig).

Pringsheim, E. G., Methodik der Reizversuche an einzelligen Lebewesen. (Handbuch d. biol. Arbeitsmethoden, hrsg. v. E. Abderhalden, Lief. 122 = Abt. XII Heft 2.) Berlin, Verl. Urban u. Schwarzenberg, 1924. S. 299—323.

Umfassende Übersicht in gedrängter Form der verschiedensten Methoden zur Untersuchung der Reizbewegungen einzelliger Organismen pflanzlicher und tierischer Art. Entspricht der anerkannten Brauchbarkeit der übrigen Teile des wertvollen Handbuches. F. Pauli (Leipzig).

Richard Hohenemser, Arthur Schopenhauer als Psychologe. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1924. 438 Seiten. Preis geh. 10.50 Mk., geb. 12 Mk.

Verf. will die empirisch-psychologischen Bestandteile der Philosophie Schopenhauers herausstellen und gesondert betrachten. Kein anderes philosophisches System lasse die Lösung dieser Aufgabe so wünschenswert erscheinen wie dasjenige Schopenhauers, der als der bedeutendste Psy-

chologe unter den Metaphysikern bezeichnet wird. — Verf. begnügt sich nicht damit, die Ansichten Schopenhauers wiederzugeben, sondern er läßt an jedem einzelnen Punkte seines Referates die ausdrückliche Bestätigung bezw. die Kritik und die Darlegung seiner eigenen Anschauungen folgen. Dabei geht er nicht selten weit über den Rahmen des Psychologischen hinaus und läßt die Ergebnisse der neueren experimentellen Forschung leider fast gänzlich unberücksichtigt.

Die Einleitung bietet eine kurzgefaßte historische Übersicht über die bedeutendsten philosophischen Systeme unter Berücksichtigung ihrer psychologischen Bestandteile und erörtert sodann einige Grundbegriffe der Psychologie (Gegenstand der Psychologie, Seele, Bewußtseinstatsache, Unbewußtes und Einheit des Bewußtseins), wie sie von Schopenhauer verstanden werden.

In der Lehre vom anschaulichen Erkennen schließt sich Schopenhauer eng an die Aprioritätslehre Kants an. Unter Zuhilfenahme der a priori in uns liegenden reinen Formen der Anschauung formt der Verstand aus den gegebenen Empfindungen die Welt der äußeren Objekte, indem er dank der ihm einzig zukommenden Funktion der kausalen Beziehung zu dem Gegebenen als Wirkung die Ursache hinzudenkt. Innerhalb der so hinzugedachten materiellen Welt bringt außerdem der Verstand zu bestimmt gearteten Empfindungen bestimmte Ursachen hinzu. So erklärt sich das Aufrechtsehen, das Einfachsehen, das Doppelttasten bei gekreuzten Fingern, das Tiefen- und Entfernungssehen und die Objektivierung der Farbe. — Weiter finden sich bei Schopenhauer Ausführungen über die einzelnen Empfindungsmodalitäten und ihre Bedeutung für das objektive Erkennen. — Verf. betont als Kantianer die Bedeutsamkeit der Erfahrung und findet, daß das Prinzip der Intellektualität der Anschauung stellenweise weiter reicht, als Schopenhauer selbst annahm.

Während der Verstand auch den Tieren zukommt, besitzt der Mensch allein Vernunft. Sie ist das Vermögen, aus den anschaulichen Vorstellungen durch Fallenlassen des Unterschiedlichen und Festhalten des Identischen die abstrakten Vorstellungen oder Begriffe herauszuziehen, ferner die Begriffe zu Urteilen, die Urteile zu Schlüssen zu verbinden. — Zwischen Verstand und Vernunft (im engeren Sinne als Vermögen des Begründens) vermittelt die Urteilskraft, indem sie sowohl die einzelnen Merkmale der Vorstellungen als auch die aus ihnen gebildeten Begriffe vergleicht und so das anschaulich Erkannte richtig und genau ins abstrakte Bewußtsein überträgt. — Die Kritik des Verf. beschäftigt sich hier vor allem mit dem Problem der Wissenschaft, mit dem Vorgang der Begriffsbildung und des Urteilens.

Ferner finden sich bei Schopenhauer Ausführungen über das Gedächtnis und die Vorstellungsassoziation, über das Lächerliche, den Wahnsinn sowie über den Traum und verwandte seelische Zustände.

Das eigentliche und tiefste Wesen der Seele ist nach Schopenhauer der Wille. In sein Gebiet werden außer den mannigfaltigsten Strebearten (wie Wünschen, Verlangen, Sehnen, Hoffen, Freuen, Jubeln usw.) auch die Gefühle (der Lust und Unlust) verwiesen; selbst das Erkennen ist, als Objektivierung des Willens, nur ein Spezialfall der Willenstätigkeit. — Wille ist blinder Wille zum Leben, der dem Individuum nur Schmerz bereitet.

Denn ein positives Lustgefühl, das mit der Erreichung des jeweils Erstrebten verbunden wäre, gibt es nicht, da mit der Befriedigung eines Wunsches dieser selbst als die Vorbedingung jeglichen Genusses aufhört.

Wie diesen psychologischen Pessimismus lehnt der Verf. auch die daraus entspringende ethische Forderung der Willensverneinung ab. — Seiner Willenslehre gemäß besteht für Schopenhauer alles Unrecht darin, daß der Wille des einen Individuums über die Sphäre seines Leibes hinausgreift und auf die Verneinung des Willens eines andern Individuums hinzielt. Dementsprechend sind Gerechtigkeit und Mitleid (alle Liebe ist Mitleid!) die Kardinaltugenden und die Vorstufen zur völligen Verneinung des eigenen Willens, wie sie beim Heiligen verwirklicht ist. — Frei ist der Wille nur im metaphysischen Sinne als Ding an sich, während der empirische Wille dem Satz vom Grunde unterworfen ist. — Demgegenüber tritt Verf. für die unbedingte Determiniertheit des Willens ein, weil nur dann moralische Verantwortlichkeit bestehen könne. — Die enge Begrenzung alles Sittlichen auf die Beziehungen zu andern lehnt der Verf. ab. Weil Schopenhauer das positive Lustgefühl leugne, so fehle es in seiner Ethik an jeder psychologisch begründeten Rangordnung der Werte und daher auch an der Erkenntnis des höchsten Wertes und der Gesetzmäßigkeit des sittlichen Verhaltens.

Eng zusammenhängend mit seinen sonstigen Anschauungen ist Schopenhauers Auffassung vom Schönen. Künstlerisches Schaffen und Genießen entspringt einer zeitweiligen Auslöschung des Willens und der willensfreien Tätigkeit des Intellektes. Darum ist das Kunstwerk frei von allen Beziehungen zur Wirklichkeit. — Infolge der Leugnung des positiven Lustgefühls kennt Schopenhauer keine ästhetischen Worte, sondern erblickt das Wesen des ästhetischen Genusses im Erkennen der Ideen als der Wesenheiten der Dinge. — Diesen einseitigen Intellektualismus lehnt der Verf. ab und betont die Bedeutung des Gefühls und der Phantasie in der Kunst, unterläßt es jedoch nicht, das Verdienst Schopenhauers herauszustellen, das er sich unter anderem durch die psychologische Analyse einzelner Kunstgattungen (Musik, Baukunst) erworben habe. F. Scola (Köln).

Gustav Störring, Was soll uns Kant sein? 66 Seiten. Verlag von W. Engelmann. Leipzig 1924.

Die Frage »Was soll uns Kant sein?« wird in dieser Schrift zu einer Gewissensfrage für unsere Philosophie; man liest in ihr eine Forderung und eine Beschränkung.

In der Art, wie Störring die Frage behandelt, liegt eine starke Befreiung von der autoritativen Gewalt einer überkommenen philosophischen Theorie zu eigener Forschung. Seine Würdigung Kants besteht in einer wesentlichen und unbedingt objektiven Darstellung, einer Kritik, die Dankbarkeit erkennen läßt, und einer persönlich erarbeiteten Weiterbildung der Kantschen Lehre.

Störring betrachtet die Hauptleistungen Kants auf dem Gebiet der praktischen Philosophie und auf dem Gebiet der Erkenntnistheorie und Logik.

Für sich gesondert werden dargestellt das formale Moralprinzip, die

Triebfedern des sittlichen Handelns und mehr hervorgehoben als in anderen Darstellungen die Bedeutung des Prinzips der sittlichen Selbstachtung darin und sodann die Schwierigkeiten, die Kant hatte, um die Gültigkeit des Sittlichen zu beweisen. Die eingehende Kritik hebt als den »schwächsten Punkt der Kantschen Ethik« hervor, »daß sie der eudämonistischen und ebenso der energistischen Ethik nicht gerecht werden kann«. Die Kantsche Ethik nimmt also »keine Rücksicht auf den Effekt des Wollens«.

Hier sucht nun Störring zu vermitteln und weiterzubilden; er gelangt unter Konzessionen an den Eudämonismus und den Energismus zu einer »materialen Persönlichkeitsethik«, in der also ein Wollen nur dann als sittlich bezeichnet wird, wenn es »eine objektive Bedingung bezüglich der Beschaffenheit des Durchschnittseffektes und eine subjektive Bedingung bezüglich der Beschaffenheit der Triebfeder oder des Motivs« (d. i. des unmittelbaren eigentlichen Zweckes des Wollens) erfüllt. Der Mechanismus der Superposition des Höheren über dem einfachen sittlichen Wollen wird von Störring durch psychologische Durchleuchtung der Genesis der verschiedenen Formen der sittlichen Selbstachtung studiert. So hat für die Ethik die Moralpsychologie wichtige heuristische Dienste geleistet.

Auf diese Führung auf den Weg zu einer materialen Persönlichkeitsethik läßt Störring noch eine Kritik und Weiterbildung der Freiheitslehre und der Gültigkeitslehre folgen.

Für die mannigfaltigen Gesichtspunkte in Störrings Kritik der theoretischen Philosophie Kants muß auf die Schrift selbst verwiesen werden. Nur die methodische Hauptfrage sei hervorgehoben. Auch Störring erkennt an, daß wir Kant die »scharfe Scheidung zwischen erkenntnispsychologischen und erkenntnistheoretischen Entwicklungen und sodann zwischen Psychologie des Denkens und Logik zu danken haben«. Man darf psychologische Untersuchungen in diesen Disziplinen, was Kant allerdings noch nicht getan hat, zur Erleichterung der begrifflichen Fixierung der Voraussetzungen der Einzelwissenschaften usw. in heuristischer Weise heranziehen, und kann das, ohne diese Disziplinen mit Psychologie selbst zu verquicken und damit »das Niveau ihrer wissenschaftlichen Dignität herabzusetzen«. Kant meinte es in der Logik und Erkenntnistheorie nur mit »Vernunftwahrheiten«, mit für alle Ewigkeit notwendigen und allgemeingültigen Wahrheiten zu tun zu haben und forderte deshalb die scharfe Trennung der Psychologie von ihnen, die ja nur korrigierbare »Tatsachenwahrheiten« fördert. Wenn aber die Neukantianer nun der Psychologie jede Bedeutung für diese Disziplinen (und auch die Ethik) absprechen, so kann man demgegenüber mit Störring die heuristische Bedeutung der Psychologie beweisen und gegen Einwände verteidigen. Die Stellungnahme der Neukantianer ist auch nicht im Sinne Kants. Es scheint in neuerer Zeit die Ansicht Nietzsches immer mehr Geltung zu bekommen, daß »Psychologie der Weg zu den Grundproblemen ist«.

In der Ausarbeitung dieser psychoheuristischen Methoden für das Gebiet der gesamten Philosophie und in ihrer Vertiefung durch die Vertrautheit mit der Naturwissenschaft und namentlich der Psychopathologie liegt die fundamentale Leistung Störrings für die Philosophie, der man noch eine außerordentlich fruchtbare Zukunft voraussagen kann.

H. Jancke (Heidelberg).

Jahrbuch der Charakterologie. Herausg. v. Emil Utitz. 1. Jahrg. 1. Bd. Berlin, Pan-Verlag R. Heise, 1924.

Aus dem reichen Inhalt dieses Bandes wähle ich zunächst drei Arbeiten heraus, die mir von allgemeinerer Bedeutung für die Psychologie zu sein scheinen.

1. Ludwig Klages: Die psychologischen Errungenschaften Nietzsches. I. Teil.
2. A. Pfänder: Grundprobleme der Charakterologie.
3. Fr. K. Walter, Die materiellen Grundlagen der geistigen Persönlichkeit.

1. Klages behandelt zuerst Nietzsches Forschungsziel und Methode. Im folgenden Band bespricht er Nietzsches Ergebnisse und eine Kritik derselben. Hier rollt er einstweilen in schöner Weise die Probleme auf, das Entweder-Oder, das Nietzsche für unsere Psychologie bedeutet. Das gegenseitige Mißverstehen der geisteswissenschaftlichen und experimentellen Psychologie ist nahezu auf einem Punkt angelangt, an dem man eine erlösende und entscheidende Tat herbeisehnt.

Wenn man glaubt, Nietzsche stehe einer experimentellen Psychologie feindlich entgegen, so hat man Wesentliches an ihm nicht begriffen. Er selbst hatte keine Beziehungen zu ihr, er war und blieb der feinfühlige »Seelenerrater«, wie sich die Seele in allen Verobjektivierungen des Geistes (in Kultur usw.) kundgab. Und hier wird ihm die Psychologie, unter die er die experimentelle Psychologie begreift, so ungeheuer wichtig. Die Psychologie war ihm ein durchaus biologisches Faktum, um so wichtiger, als er hier die Ansatzstelle für eine Einwirkung für die Zukunft des Menschengeschlechtes suchte, auf die ihm alles ankam. Die physiologischen Kenntnisse fehlten ihm; er würde sie sich bei längerem Schaffen zu eigen gemacht haben. Auch dann würde er nicht ganz so vorgegangen sein wie die experimentelle Psychologie; denn er verfolgte andere Zwecke, alles lief bei ihm auf Stützung und Förderung des Wertproblems hinaus. Aber als Physiologe hätte er zu den Elementen und ihren Abhängigkeitsbeziehungen der Psychologie der Wertentstehung und -wandlung durchdringen müssen.

Klages läßt sich auch gegen die Experimentalpsychologie einnehmen. Wenn er behauptet, daß »weder Philosophie, Geschichtswissenschaft, Völkerkunde noch Psychiatrie und praktische Menschenkenntnis bei ihr eine brauchbare Hilfe finden«, so gibt sich hier, zumal was Psychiatrie betrifft, Mangel an Kenntnis kund. Welche außerordentliche Bedeutung die Psychologie für die gesamte Philosophie in letzter Zeit gehabt hat, entgeht ihm auch. Wie immer so stammt die Geringachtung auch hier aus der menschlich begreiflichen Enttäuschung des Wunsches, in kurzer Zeit (was sind 50 Jahre!) mit einem Füllhorn von alle metaphysischen Fragen lösenden Resultaten überschüttet zu werden. Wie konnte man das von der »Seelenkunde« anders erwarten? Klages will durch Aufweisung der psychologischen Errungenschaften Nietzsches, die »den Bestand des unverlierbaren Wissen vermehren«, das Vertrauen in die eigentlichen Leistungen Nietzsches, die sich darauf aufbauen, stärken. Seelenerrater wie er ermöglichen eine »Steigerung der Selbstbesinnung«. Das ist auch dadurch bedingt, daß hier Psychologie nicht um ihrer selbst, sondern um der menschlichen Werte

willen getrieben wird. Darin sieht Klages gerade das »Besinnliche« in Nietzsches Psychologie.

Klages unterscheidet sodann in glücklicher Weise die Seelenforschung Nietzsches von der sogen. praktischen Menschenkenntnis, die mit Seelenforschung, da sie einen bloßen Erfahrungsassoziationsmechanismus darstellt, nichts zu tun hat. Nietzsche hatte übrigens nicht so sehr viel praktische Menschenkenntnis. Seelenforschung charakterisiert sich dadurch, daß sie »durch Lehren übertragen, durch Lernen erworben werden kann«.

In einem durch Anwendung eigener Untersuchungsergebnisse etwas weitläufig gewordenen Abschnitt »Fremdichkenntnis und Selbstforschung« will Klages vor allem zeigen, daß die Selbstforschung es mit zwei verschiedenen Seiten des »Selbst« zu tun hat, dem Erkenntnisvermögen und dem Erlebnisvermögen des Bewußtseins, von denen die Psychologie sich bisher wesentlich nur das erste zum Objekt gemacht habe. Dabei habe sie geglaubt, unmittelbare Selbsterkenntnis zu gewinnen; aber das »Eigenich muß sich zuerst sich selbst entfremden, damit es erfaßbar sei«. So urteilte man, daß man die und jene Bewußtseinsfähigkeiten habe, teilte »methodisch wie gehaltlich das Leben der Seele in Begriffe auf«, die »der Lehre von den Entstehungsbedingungen des Wissens davon« entlehnt waren, und meinte so sich selbst erforscht zu haben. Jedoch man hatte so nur Erkenntnisinhalte statt Erlebnisinhalten. Gegen diese begriffliche »Herausprojektion« der inneren Tatsachen, in denen man später nur immer wieder fand, was man in sie hineingesteckt hatte, kämpfte Nietzsche. Die eigentliche psychologische Frage ist nach Klages: »Was geschieht mir selber, wenn ich blicke, beachte, aufmerksam bin?« Der besinnliche Zustand falle nicht mit dem »Lebendig sein« zusammen, Geist und Seele seien nicht dasselbe. Man könne einen andern nur verstehen, wenn man ihn nicht nur nach seinem Verhalten einschätzt, sondern sich selbst an seine Stelle versetzen kann. So habe Nietzsche die Kulturpsychologie seiner Zeit durch Anlehnung an die Psychologie Wagners verstanden. Im Gegenschein des Fremdwesens wird so zugleich das eigene Wesen entdeckt. Nietzsche huldigte somit einer »Selbsterforschung, die ihre Probleme wie auch ihre Fingerzeige zu deren Lösung empfängt von der Zeichensprache der Charaktere des Fremdichs«.

Im folgenden Abschnitt: »Nietzsches Grundthema: die Selbsttäuschung« führt Klages die Schwierigkeit der Selbsterkenntnis (des eigenen »Charakters«), wie sie sich Goethe, Schopenhauer usw. dargestellt hat, zurück auf die Schwierigkeit, in der Selbsteinschätzung keinen Täuschungen zu erliegen. Nietzsche sei es nun gewesen, der eingesehen habe, daß eine Selbstpsychologie nur möglich sei »im Ausmaß der Zersetzung aller Fiktionen des Geltungstriebes und Bedeutungsverlangens«. Alle Selbsttäuschungen müßen zuvor durchschaut und vernichtet werden. Nietzsche hat zwar keine Theorie der Selbsttäuschung entwickelt, hat aber umfangreiche Hilfsmittel gefunden und angewandt, um ihr auf die Spur zu kommen. Klages hält aber ein Prinzip der Selbsttäuschung für möglich. Die Selbsttäuschungen bestehen für Nietzsche wesentlich in den »Idealen«, den »Wünschbarkeiten« der Einzelnen. Wünschbarkeiten trüben den Wahrheitsbegriff, erzeugen Scheinwerte. Wünschbarkeiten unterliegt aber vor allem der Ichbegriff, Nietzsche sagt: »Wenn ich etwas vor allen Psychologen voraus

habe, so ist es das, daß mein Blick geschärft ist für jene schwierigste und verfänglichste Art des Rückschlusses, in der die meisten Fehler gemacht werden, des Rückschlusses vom Werk auf den Urheber, von der Tat auf den Täter, vom Ideal auf den, der es nötig hat, von jeder Denk- und Wertungsweise auf das dahinter kommandierende Bedürfnis.« Klages schließt aus einer Durchsicht der Art des Nietzscheschen Skeptizismus, daß »Nietzsches Enthüllungsarbeit den generellen Selbsttäuschungen gilt und sich mit der Aufrollung ihrer Geschichte vollendet: er ist der Entwicklungstheoretiker des Wertcharakters der Allgemeinbegriffe«. Während die »Idealpsychologie« die Bewußtseinstatsachen als Gegebenheiten hinnimmt und sie in Elemente zerlegt, sagt Nietzsche nach Klages: »die Einfachheit eines Seelenvorgangs, selbst wenn sie feststände, beweist nichts für dessen Ursprünglichkeit; denn an allen Erlebnissen sind einverleibte Überzeugungen beteiligt und somit vitalisierte Urteile einer vielhundertjährigen Menschheitsvergangenheit«. Wir können psychologisch unseren Gefühlen nicht vertrauen; denn hinter ihnen stehen vererbte Wertschätzungen. Deshalb ist die Selbsterforschung die Voraussetzung aller Psychologie und Moralgenealogie. Selbstentfremden, Distanz zu sich selbst ist erforderlich.

Im Interesse Nietzsches und der Psychologie ist eine ausführliche Kritik des Klagesschen Werkes wohl angebracht, jedoch nicht vor Abschluß des Ganzen. Daß »Charakterologie« nicht mit »Psychologie« in Wettbewerb treten kann, wie Klages meint, liegt doch auf der Hand. Ein Beispiel: Wenn ich als Psychologe aus Erfahrung weiß, daß starke Unlust die Tendenz haben kann, sich in Zornaffekt unter heftigen motorischen Begleiterscheinungen zu entladen, so werde ich als gleichzeitiger Kliniker bei einem entsprechenden Fall eine gemäße Verordnung geben. Hier habe ich dann eine psychologische, aber doch keine charakterologische Erfahrung verwertet. In dem Falle spielen Kenntnisse von den »Spielarten des persönlichen Charakters« gar keine Rolle und erst recht keine »Wertbesinnung«.

2. Die Charakterologie stellt sich nach Pfänder als junge, noch unfertige Wissenschaft dar, die aber von vielen anderen Wissenschaften, vor allem der Psychiatrie, als Hilfsdisziplin ersehnt werde. Auch er macht in schärfster Weise Front gegen die Psychologie. »In der Tat zeigt es sich, daß derjenige, der von der Psychologie der letzten Jahrzehnte gläubig durchtränkt ist, nur schwer den Zugang zur Vervollkommnung der Charakterologie findet.« Und zwar, weil die Psychologie keine »Seele« anerkenne. Denn der Charakter sei »die eigentümliche Wesensart der ganzen menschlichen Seele«.

Beim individuellen Charakter unterscheidet Pfänder den empirischen, von äußeren Einflüssen, zumal der Zeit abhängigen, variablen, vom Seinscharakter, der den Menschen gerade zu diesem bestimmten Menschen macht, was als »im Raume Angelegtes sich von innen her durch eine bestimmte Folge von Wandlungsstufen in der Zeit mehr oder weniger vollkommen auszeugt«. Die Auszeugung, die nicht von ihm allein abhängt, liegt im jeweiligen empirischen Charakter vor. Er kann auf mannigfache Weise verdeckt werden und ist nicht leicht zu erkennen, weil alle Verdeckungen auch wieder in Abhängigkeit von ihm stehen. Der individuelle Charakter bildet den Ausgangspunkt der Charakterologie, ihr Ziel ist die

Feststellung der verschieden Arten von Charakteren, auch hier empirische und Fremdcharaktere unterschieden. Die allgemeinste Aufgabe ist die Feststellung des spezifisch menschlichen Charakters überhaupt.

»Der Charakter ist nicht ein Aggregat von mehreren Charakterzügen», wenn diese auch in Menge ungleichwertig nebeneinander vorhanden sind. Daß der Charakter sich gerade in diese gliedert, ist seine zu bestimmende Eigenart. Der Charakter erweist sich in der Eigenart des seelischen Lebens, er drückt sich äußerlich aus und in allen Leistungsprodukten ab. — Zu untersuchen ist die Art der Auszeugung des Grundcharakters.

Die Charakterologie hat keine Werterkenntnisse zu gewinnen. Das ziemt einer besonderen Wissenschaft. Sie hat auch keine »Nomologie der Charaktere« »eine allgemeine Erkenntnis richtiger verpflichtender Forderungen für den menschlichen Charakter« zu leisten, sondern sie hat nur Seins-Erkenntnisse zu gewinnen. Und zwar hat sie »überall eine verstehende Erkenntnis zu erstreben«. »Der Charakter des Menschen überhaupt und die reinen Arten von Charakteren sind nun volle, verständliche Gebilde.«

Was die Methode der Charakterologie anlangt, so geschieht die Verifikation des Erfahrungsmaterials nach Pfänder stets am individuellen Charakter. Die Erfassung von Charakteren ist jedoch Sache einer besonderen Begabung, zu der eine gewisse kulturelle Unbefangenheit treten muß. Es kommt in der Hauptsache auf eine Wesenserfassung an. Theoretische Idealisierung nennt Pfänder die Methode, vom empirischen zum Seinscharakter vorzudringen. Man vollzieht dabei eine »eigenartige, wertfreie theoretische Erkenntnis«. Voraussetzung dafür ist eine Wesensschau des empirischen Charakters, in der sich unpassende »Unvollkommenheiten« unmittelbar abheben, wie man einen unvollkommen gezeichneten Kreis sofort als solchen mitsamt den besonderen Stellen seiner Unvollkommenheiten erkennt. Die Unvollkommenheiten werden nun zunächst gedanklich von uns ersetzt »durch das entsprechende Vollkommene, das uns selbst gar nicht gegeben ist«. Dieser Schritt wird im täglichen Leben wie in einigen biologischen Disziplinen schon stets mit großer Sicherheit vollzogen. Man meint dann, die vollkommene Gestalt des betreffenden Objektes sei »angelegt oder vorgebildet, nur nicht tatsächlich ganz ausgebildet, sie sei »virtuell vorhanden«. Der empirische Charakter enthält auch noch andere Hinweise auf den Grundcharakter, die von Anfang an schon »ahnungsweise« erfaßt sein müssen.

Ähnliche Wege werden eingeschlagen zur Erfassung der allgemeinen Charaktere. Es wäre interessant, wenn Pfänder einmal seine Methode an Beispielen erläutern möchte.

In einem abschließenden »Beitrag zum Problem der Charakterarten« sucht Pfänder einige Charaktermerkmale anzuführen, »die bisher gar nicht oder nur ungenügend beachtet worden sind«. So z. B. »Die Größe und Kleinheit der menschlichen Seele«, »Die seelische Stoffnatur«, in der von »steifbrokatigen« und »battistartigen« Seelen die Rede ist, sodann von Arten »des seelischen Lebensflusses« (»Limonade-« und »Champagnerseelen« usw.). — Wie man sich zu der Pfänderschen Charakterologie verhält, hängt davon ab, wie man die »phänomenologische« Methode beurteilt, deren Kritik natürlich an dieser Stelle zu weit führen würde.

3. Sichereren Boden betreten wir in der schönen Arbeit von Walter über die materiellen Korrelate der Bewußtseinserscheinungen im Zentralnervensystem. Die Arbeit ist vor allem musterhaft verständlich geschrieben und wird dem Psychologen beim Kurs als Ergänzung z. B. des Buches über das menschliche Gehirn von R. A. Pfeifer dienen. Walter geht in seiner Darstellung über die Flechsigschen Ergebnisse hinaus zu einer Darstellung der Ergebnisse Brodmanns und C. u. O. Vogts, die zu zeigen scheinen, »daß von einem einheitlichen Bau der Flechsigschen Assoziationszentren nicht gesprochen werden kann«. — Walter bespricht zunächst Salls Phrenologie, deren Gegensatz die Flourenssche Gleichwertigkeitstheorie und ihre Flechsigsche Synthese (Meynert, Fritsch, Hitzig). Auf die Struktur des Großhirns wird jedoch nur oberflächlich eingegangen. Die anatomische Uneinheitlichkeit der Hirnrinde wird an Hand der Brodmannschen Hirnrinde kurz gezeigt. Zum näheren Verständnis der Arbeit wird daher die Kenntnis der Gehirnmorphologie einigermaßen vorausgesetzt. Es kommt nun an auf die Beantwortung der Frage, was die Großhirnrinde in ihrem komplizierten Bau mit der geistigen Persönlichkeit ihres Trägers zu tun hat. Zunächst wird an Ergebnissen quantitativer Messungen der Zusammenhang zwischen Gehirn und Intelligenz gezeigt; es wird gezeigt, daß man mit ihnen nicht auskommt und eine Untersuchung der histologischen Differenzen geistig hochstehender Gehirne äußerst notwendig ist, um eindeutige Ergebnisse zu erzielen. Die Analyse der Wahrnehmung zeigt, daß ihrem Hirn physiologisch ganz außerordentlich komplizierte Vorgänge zugrunde liegen, und man kann nachweisen, daß die Örtlichkeit im Gehirn sich Schritt für Schritt verflüchtigt bei noch komplexeren (wenn auch relativ einfach erlebten) psychischen Phänomenen wie Erinnerung und Gedächtnis. Wenn nach Brodmann die Rinde in über 200 morphologische Einzelfelder differenziert ist, so kann man, wie schon Wundt betonte, komplexe psychische Befunde nicht an einzelne histologische Elemente gebunden denken, man muß bei Lokalisationen hier sehr vorsichtig sein. Andererseits hat man es vermutlich hierbei immer mit generellen Funktionen, Ganzheitsleistungen zu tun, wie Forschungen von Goldstein über Seelenblindheit usw. zeigen. Ähnliches wird beim Sprachzentrum vermutet, so daß die Lokalisationslehre einen neuen Sinn bekommt, keineswegs aber bekämpft wird. — Lokalisationen des Emotionellen sind schwer festzustellen. Neuere Forschungen wollen sie in den Hirnstamm, vor allem den Thalamus opticus verlegen, der als physiologische Durchgangsstation von Empfindungsreizen diesen zugleich gewissermaßen dem Gefühlston anhängt. (Ich möchte zur Kritik dieser Headschen Untersuchungen hier nur hinweisen auf die Störringsche Theorie des primären und sekundären Gefühlstons und seine Ausführungen im 5. und 6. Kapitel der »Psychologie des menschlichen Gefühlslebens«.)

Lokalisationen von komplexen Tatbeständen wie Charakter, Intelligenz, Persönlichkeit können glatt verneint werden, denn hier handelt es sich um Produkte der Elementarfunktionen. Dem Stirnhirn kann man regulatorische Funktionen zuschreiben.

Neuerdings steht das Stammhirn fast mehr im Mittelpunkt des Interesses als die Hirnrinde, und zwar auch wegen seiner regulativen Funktionen. Und zwar kommen hier Regulation der vegetativen und der die »motorische

Persönlichkeit« bedingenden motorischen Reflexe in Betracht, die wiederum für das Gefühlsleben von außerordentlicher Bedeutung sind.

Der Verf. behandelt endlich noch moderne Entwicklungen über die Veränderung der Persönlichkeit durch innersekretorische Vorgänge und solche der »systematischen Hirnerkrankung« (Kleist).

Außerordentlich glücklich weist er darauf hin, daß das »Bewußtseinszentrum« im oberen Teil der Medulla, dessen Reizung das Bewußtsein aufhebt, doch wahrscheinlich nichts mit dem psychologischen Begriff »Bewußtsein« zu tun hat. H. Jancke (Heidelberg).

Dr. med. Paul Maag, Geschlechtsleben und seelische Störungen. Beiträge zur Neurosenlehre und zur Kritik der Psychoanalyse. Ein Buch für Ärzte, Erzieher, Lehrer und Seelsorger. Pforzheim, Albert Zutavern. 279 Seiten.

Ein Buch mit vielen Vorzügen und vielen Schwächen. Verf. will eine Kritik der wichtigsten Teile der Freudschen Lehre geben, und diese beginnt damit, daß Verf. die Weltanschauungen Freuds seinen eigenen gegenüberstellt. Freud sei Naturalist, Verf. Christ; aus dieser Divergenz seien ihre verschiedenen Standpunkte zur Psychoanalyse abzuleiten. Daß die Psychologie ebenso wie etwa die Physik in ihren Forschungswegen unabhängig von der Weltanschauung des Forschers behandelt werden kann, hätte Verf. aus den Werken eines Fröbes oder Lindworsky ersehen können. Demgegenüber stehen, wo der Standpunkt des Christentums nicht herangezogen wird, sachliche und bemerkenswerte Kritiken der Freudschen Auslegungen, die an einzelnen Fällen der Freudschen Werke geübt werden. Insbesondere ist hier auf die Erklärungen für die Fehlleistungen und Symptomhandlungen hinzuweisen, deren Ursache der Verf. ohne Heranziehung des Unbewußten plausibel dartut. — Für die Entstehung der Neurosen nimmt Verf. das »Gefühlsbewußte« in Anspruch; dieses umfaßt die Summe der Gewissensreaktionen und den Niederschlag der peinlichen oder sonstwie affektbetonten Erlebnisse. Während M. die Sexualtheorie Freuds, vielfach zu Unrecht, fast ganz ablehnt, schließt er sich der Traumdeutung Freuds weitgehend an. Die »Übertragung« wird, z. T. mit Recht, als leidiger Folgezustand der Technik der Psychoanalyse angesehen.

S. Fischer (Breslau).

Werner Hartoch, Sexualpsychologische Studie zur Homosexualität. — Hellmut Walter Braun, cand. phil., Das Weib in Weiningers Geschlechtscharakterologie. Arbeiten aus dem Sexualpsychologischen Seminar von Prof. Dr. W. Liepmann. Bonn a. Rh., A. Marcus und E. Weber, 1924. 39 Seiten. 1.75 Mk.

Die Homosexualität ist nicht durch die Dekadenz-, Übersättigungs- und Verführungstheorie zu erklären, sondern durch die Zwischenstufentheorie Hirschfelds. Reste der Homosexualität sind nahezu überall zu finden; sie ist zu betrachten als der beim Normalen verkümmerte, jetzt aber ausgewachsene Zweig der Bisexualität. Bezüglich der psychologischen Deutung schließt sich Verf. Freud an. Die Arbeit bringt keine neuen Gesichtspunkte der Betrachtung.

Im zweiten Aufsatz findet sich eine kurze Inhaltsangabe von Weiningers Werk, soweit es sich mit der Frau beschäftigt; darnach eine kurze und flache Kritik. S. Fischer (Breslau).

Prof. Dr. Heinrich Többen, Über den Inzest. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1925. VI, 92 Seiten.

Die sehr sorgfältige Studie stützt sich auf statistische Unterlagen und eigene Beobachtungen des Verf. bei Strafanstaltsinsassen. Verf. vertritt den Standpunkt, daß der sexuelle Widerwille gegen Blutsverwandte nicht angeboren, sondern anerzogen sei und sich durch das von Kindheit an bestehende Zusammensein und Zusammenwohnen entwickle. Das Kind kenne natürlich keine Inzestscheu. Verf. hält es allerdings für zu weitgehend, beim Kinde — wie es Freud tut — geradezu eine Vorliebe für den Inzest anzunehmen. Das einleitende Kapitel gibt einen guten geschichtlichen Überblick über den Inzest und enthält reichliche Literaturangaben. Über die Häufigkeit des Vorkommens inzestuöser Handlungen auch nur annähernd genaue Angaben zu machen, hält T. für nicht möglich. Aus den Akten der Fürsorgeanstalten der Provinz Westfalen ergibt sich, daß in 167 Fällen (45 Knaben und 122 Mädchen) der Grund der Überweisung in die Fürsorgeerziehung ein an oder von den Zöglingen begangenes blutschänderisches Delikt war. Als die Tat begünstigende Bedingungen kamen traurige Wohn- und Schlafverhältnisse, Tod bezw. lange Krankheit, Trunksucht eines oder beider Eltern und psychopathische oder intellektuelle Minderwertigkeit der Kinder in Betracht. Von den Untersuchungen des kriminalstatistischen Materials der 29 deutschen Oberlandesgerichte ist hervorzuheben, daß in den Industriebezirken, d. h. in den Bezirken mit dem größten Wohnungselend, sich die höchsten Zahlen blutschänderischer Delikte finden.

Die eingehende Untersuchung der von T. selbst beobachteten Fälle zeigte, daß nur selten ein deutlich erkennbarer, richtunggebender Beweggrund für die Tat in Frage kommt. Meist ist neben der Ursache noch ein auslösender Anlaß vorhanden. Als Ursachen kommen in Betracht Schwachsinn, Psychopathie und sexuelle Neurasthenie, Alkoholismus bezw. Intoleranz gegen Alkohol, als auslösende Momente schlechte Wohnbedingungen, eheliche Zerwürfnisse, Abwesenheit der häufig frigiden Frau, Entgegenkommen seitens der Tochter. Unter den vom Verf. beobachteten Fällen fanden sich keine ausgesprochenen Geisteskranken im Sinne des § 51. — T. empfiehlt auf Grund seines Materials vom rassenbiologischen und eugenischen Standpunkt die Aufrechterhaltung des § 173. S. Fischer (Breslau).

Philosophie-Büchlein, ein Taschenbuch für Freunde der Philosophie, herausgegeben von Dr. August Horneffer, Stuttgart, Franckhsche Verlagsbuchhandlung. Goldmark 1,20 pro Band. 2. Bd., mit Beiträgen von Kurt Kesseler, Ludwig Lang, Arthur Liebert, Peter Wulst, 1923, 78 Seiten. 4. Bd., mit Beiträgen von Werner Bloch, R. Brückmann, Ludwig Lang, Prof. Trommsdorff, 1925, 80 Seiten.

Der Verbreitung philosophischen Denkens sollen die vorliegenden Hornefferschen Bändchen dienen, und sie bieten durch ihr an

Zeitschriften oder Jahrbücher erinnerndes Darbietungsverfahren für den »volkstümlichen Leser« den Vorteil, daß er nicht gleich an lange fortdauernde, ein ganzes Buch umfassende Aufnahmearbeit sich gebunden fühlt. Es wird jedenfalls nicht oft vorkommen, daß der Leser in den oben bezeichneten Einzelartikeln »stecken bleibt«. Das leichtere Vorwärtsschreiten dürfte dem Leser vielmehr zum Ansporn dienen. Somit dürften auch solche Werke ihre nicht zu unterschätzende Bedeutung haben. Daß die Gefahr der Oberflächlichkeit sich den Lesern solcher Bändchen darbietet, darf man nicht dem Verfasser zuschreiben, sondern liegt in der mangelnden Tiefe des Interesses eines »oberflächlichen Lesers« begründet. Um so mehr aber sind solche wissenschaftliche und zugleich volkstümliche Darbietungen zu empfehlen, als die Tendenzpolemik längst zu solcher Werbetätigkeit übergegangen ist, so daß solcher Literatur ein wissenschaftliches Unternehmen wohl gegenübergestellt werden darf, wenn dieses auch in der Form von dem Eigentlich-Wissenschaftlichen abweicht.

A. Römer (Leipzig).

August Messer, Der kritische Realismus; als 9. Bd. von »Wissen und Wirken, Einzelschriften zu den Grundfragen des Erkennens und Schaffens« von Kistner und Ungerer, 76 Seiten, Karlsruhe, G. Braun, 1923. Grundpreis: 1 Mk.

Nach einführenden Begriffsklärungen weist Messer zunächst die Einwände des subjektiven und des objektiven Idealismus gegen die Annahme einer Existenz realer Objekte und deren Erkennbarkeit ab. Im 5. Kapitel entwickelt Verf. die positiven Gründe für die Annahme der Realitäten, zunächst in bezug auf das Gebiet der Naturwissenschaften: Weder die reine Erfahrung für sich vermag uns den Zugang zur Realität zu öffnen, noch reichen die rationalen Argumente für sich aus, die Annahme von realen Objekten zu begründen; nach Entwicklung verschiedener Argumente, besonders des Beziehungs-, Kontinuitäts- und des Substratarguments, gewinnt Messer (S. 50) die Annahme einer Außenwelt »als Inbegriff der Bedingungen für das in den Wahrnehmungen von uns und ihnen Unabhängige«. Diesem kritischen Realismus haftet dauernd ein hypothetisches Element an, da jene Realität nicht wie das Phänomenale unmittelbar zur Gegebenheit gebracht, noch streng logisch bewiesen werden können. »Nennt man solche bleibende Hypothesen ‚Glaube', so kann man sagen: der Realismus ist ein Glaube«. Bei der Untersuchung des Zugangs zur Realität in den Geisteswissenschaften prüft Messer nur die gemischten Argumente. Kant und Herbart abweisend, Lipps weiterführend, ferner neben dem »Einheitsargument« das beweiskräftigere Kontinuitäts- und das Substratargument aufweisend, gelangt Messer zu der dem obigen Resultat (beim naturwissenschaftlichen Realismus) entsprechenden Hypothese. Die letzten Kapitel behandeln die Erkenntnis der Beschaffenheit realer Objekte und ihre Methoden. — Die zwingende, in der Hauptsache leicht faßliche Art, in der Verf. bemüht ist, den Leser aufzuklären, wird dem Buch zur Empfehlung in weitesten Kreisen der gebildeten Schicht dienen. A. Römer (Leipzig).

Emil Mattiesen, Der jenseitige Mensch. Berlin und Leipzig, Walter de Gruyter & Co., 1925. 825 Seiten. Preis: geheftet 28.— Mk.; gebunden 30.— Mk.

Mattiessens vorliegende »Einführung in die Metapsychologie der mystischen Erfahrung«, wie der Verf. im Untertitel seine Arbeit bezeichnet, ist in erster Niederschrift bereits 1914 abgeschlossen worden, steht also »mit der gegenwärtig ‚mystisch-okkultistischen Welle' in Deutschland« »in keinerlei ursächlichem Zusammenhang«. Die Auffassung Mattiesens über seine Arbeit gibt Verf. selbst im Vorwort, indem er erklärt, daß die Einführung der Metapsychik in die Religionspsychologie natürlich nicht ihre Einführung in die Religion bedeuten soll. »Wohl aber mag ihrer das wissenschaftliche Denken bedürfen, um den Kreis der Meinungen zu durchbrechen, die ein Verständnis des religiösen Erlebens behindern«. So ergebe sich für die voraussetzungslose Religionspsychologie »eine entscheidende Erweiterung des Gesichtsfeldes«, »indem für zahlreiche Erfahrungen des mystischen Lebens, die ohne sie rettungslos rein pathologischen Deutungen verfallen schienen, die Möglichkeit einer Erklärung aus induktiv gewonnenen übersinnlichen Voraussetzungen auftaucht«. Darin ist zugleich die Methode angedeutet, die nach einer Beschreibung der wichtigsten Arten mystisch-religiösen Erlebens und durch ihre möglichen naturalistischen Deutungen hindurch allmählich zu einer eigenen Auffassung des religiösen Lebens selbst schreitet, die jenseits solcher Deutungen liegt. — Das interessante, weit ausholende umfangreiche Werk von vielen hundert Seiten verdient sorgsame Beachtung. Einige Einzelheiten der religionspsychologischen Analyse seien hier herausgegriffen:

a) Zur Bekehrung. Die Heiligungsbeflissenen wissen, daß ihre willkürliche Askese nicht der Höhepunkt ist, dieser ist nicht zu erzwingen, und nur der Schauplatz läßt sich bereiten durch die allmähliche Abtragung des »niederen« Selbst. Am Anfang der asketisch-angestrengten Laufbahn steht das Erlebnis der Unzufriedenheit mit sich selbst und des Aufblicks zu einem Inbegriff erhöhter Heiligkeit. — Das »extrem Religiöse« zeigt nun eine starke Steigerung jenes Erlebens, und die Erfahrung selbst wird vom Mystiker wegen ihres unwillkürlichen Geschenktwerdens als Ergriffenwerden durch die Gnade Gottes aufgefaßt. Als praktische Auswirkung beobachtet man die »diesseitsabgewandte Überspannung der moralischen Einstellung«. Die volle Stärke bekommt das Erlebnis erst, wenn der Mystiker seine erweckliche Erfahrung auf die übersinnliche Persönlichkeit Gottes bezieht; die sich dann ergebende Art der Liebe ist eine ausgesprochen jenseitige. (Da der ganze Vorgang sich als ein ruckweise erfolgendes Fortschreiten, S. 36, in einer inneren Kontinuität erweist, vermeidet Mattiesen den Begriff »Bekehrung«; es handelt sich um eine Verkettung und Zusammenballung von Symptomen, die häufig oder meist zusammengehen, die aber auch gesondert auftreten und einzeln erforschbar sind, S. 37. So hält sich Mattiesen an die typischen Bestandteile jedes Heiligungs-»Ruckes«.) Vom Höhepunkt seines Buches, der Gewinnung einer »jenseitigen« Welt, aus werden im letzten Teil des Buches die anfangs vom äußeren Ende ausgehenden Bestimmungen ergänzt: »Die Tiefe der menschlichen Seele ist kein abgeschlossener Raum;

sie steht offen nach dem Überseelischen zu, und ihre letzte Tiefe ist der ‚Abgrund Gottes' (S. 754). So wird eine positive Wertung der Akte angebahnt und eine metapsychische Erklärung versucht (S. 727, 685).

b) Analogieen zu den religiösen Vorgängen. Die Religionspsychologie hat als Analogien der geistlichen Einbrüche zwei Arten verwendet: 1. Reifungsvorgänge von unpersönlicher Art (Starbuck), z. B. in der schöpferischen Stunde, 2. Vorgänge, wie das plötzliche Entstehen einer Liebesleidenschaft usw., oder das plötzliche Aufhören von Angewohnheiten usw. (James). Obwohl die Analogisierung zugestanden werden darf, krankt doch der erste Weg an der Schwervergleichbarkeit von Reifungen, die mehr das Vorstellungs- oder »technische« Leben betreffen, mit solchen, die mehr dem Gefühls- und Willensleben angehören, der zweite Weg daran, daß dasjenige, was mit der Erweckung verglichen wird, von ungleich geringerem Kaliber ist als die geistliche Wandlung. Einer Lösung betreffs der Anregungen (nicht: des Erschaffens!, S. 71) des religiösen Komplexes will Mattiesen zunächst näherkommen durch Analogie mit den (nur sehr gering entwickelten) außerbewußten Phasen, die er im 5. Kapitel, Dessoir erweiternd, darstellt. »Unzweifelhaft besitzen wir« — sagt Mattiesen — Berichte über Fälle sehr entwickelter ‚Mediumität', in denen die einzelnen Automatismen ganz überwältigende Beweise ihrer individuellpersönlichen Durchbildung und Geschlossenheit geliefert haben und gleichwohl[1]) die Bewußtseinsgleichzeitigkeit der Leistungen mit Händen zu greifen war«. Der wesentliche Vergleichspunkt ist nun »der lebendige Bestand und das allmähliche In-sich-heranreifen eines Komplexes außerhalb der Normalpersönlichkeit«. — Als zweiter Vergleichspunkt zwischen den Fällen der Mediumität und den Fällen der Gnadeneinbrüche und -wandlungen wertvoll werden kann (neben gleichzeitigen Bestand und Reifung außerhalb des wachen Ich) dieser, daß der gleichzeitig bestehende Komplex dem normalen Ich gegenüber von abweichendem Charakter sein könne, ähnlich wie der Gottzustand vom Selbstzustand abweicht. Und 3. ist der Komplex imstande, auf das Normal-Ich Einfluß zu gewinnen, Einbrüche in dieses zu vollziehen und gegebenenfalls ganz mit ihm zu verschmelzen (S. 63 ff.). — Die Entwicklung wird dann weiterverfolgt auf dem Gebiete der Ekstatik (die »zweite Phase« wird verglichen mit »zweiten Zuständen«, S. 78) usw.

Zu dem Vergleich mit medialen Erscheinungen tritt nun im letzten Teil des Buches die Frage nach dem Ursprung des Komplexes (S. 782 ff.). Mattiesen hat den mystischen Untergrund des geistigen Lebens inzwischen als Schlüssel entwickelt.

c) Der innere Zug und die Automatismen. Der geistliche Mensch scheint nach Mattiesens erstem Teil der halb passiven Selbstlenkung besonders gründlich unterworfen zu sein, schon weil er gewohnheitsmäßig den »eignen« Willen geringschätzt und zu vernichten sucht. Anderseits ist er vielmehr auf einen Akkord gestimmt. So gibt er sich der ungewollt auftretenden Zielvorstellung willig hin. Die Magnete unter der Oberfläche des Bewußtseins identifiziert er mit der Stimme des Geistes Gottes usw. (S. 83 ff.). — Deutlicher als in der Ekstatik glaubt Mattiesen

1) Von uns gesperrt.

bei den Automatismen Entwicklungen bis zur Bildung zweiter Persönlichkeiten verfolgen und somit »die reicheren Formen seelischer Spaltbildungen für die Deutung religiöser Komplexbildungen und Reifungsvorgänge nutzbar« machen zu können. Der Jenseitige erscheint auf allen Stufen seines »Weges« in besonders hohem Maße als ein Mensch der unterschwelligen Binnenbildungen, die auf eine religiöse Wandlung in ihm hinzielen; und was man als Bekehrung bezeichnet, erscheint als der erste bedeutendere Durch- und Einbruch des erstarkten außerbewußten Komplexes (S. 102).

Die »kosmische Metapsychologie« bietet nun den Ausführungen des I. Teiles ein Spektrum innern Lebens dar (S. 726 ff.) und stellt einen Eingriff aus der überpersönlichen Geistwelt her als wahrscheinlich hin (S. 790).

d) Der Verdacht der Krankhaftigkeit. Wo der Heilige hysterisch ist, darf man wohl auch die Möglichkeit in Betracht ziehen, die Hysterie als eine zufällige Beigabe seiner Heiligkeit, hervorgerufen etwa durch asketische Überspannung, anzunehmen; ferner sind zwischen den Ekstasen der Psychasthenischen und den ähnlichen Erfahrungen der Mystiker die Unterschiede am Ende größer als die Ähnlichkeiten. (»Der Psychastheniker hat infolge Abtragung der letzten Synthesen nicht einmal den ihm angeborenen und anerzogenen Motivenkomplex ‚selbst' in der Hand; der Vergottete ist völlig in der Hand eines neu-durchgebildeten, sein altes Selbst überragenden und ersetzenden Motivenkomplexes« S. 171.) Diese Stellen, in denen sich Mattiesen mit der pathologischen Deutungsweise, insbesondere mit der Vermutung der Zusammengehörigkeit von mystischer Religiosität und der »Knochenlosigkeit« der Psychasthenischen auseinandersetzt, verdienen besondere Beachtung. — Bei den speziellen Untersuchungen des Komplexes des Mystikers (1. Kindlichkeit? 2. Primitivität? 3. Weiblichkeit? 4. Geschlechtlichkeit? 5. Sozialität?), die abweisen bezw. sichten, opponiert Mattiessen auch gegen Freuds Extrem (S. 236, 250, 270). »Das Organ der Geschlechtlichkeit ist selbst nur eines unter vielen, nicht aber das erste und eigentlich maßgebende.« Mit einer weitherzigen Auffassung der treibenden Kräfte im Sinne Pfisters (libido = der in der ganzen Fülle des Trieb- und Willenlebens sich auswirkende Lebensdrang oder Lebenswille) oder mit Jung (libido = Schopenhauers metaphysischer Wille) hat Mattiesen keinen Streit. Wie beim unentbehrlich gewordenen Girgensohnschen Werk aus neuster Zeit also auch hier eine Abweisung des Freudschen Extrems von religionspsychologischer Seite.

e) Der Wendepunkt in Mattiesens Arbeit: die spiritistische Hypothese. Bei der Untersuchung der hellseherischen Leistungen wird nun Mattiesen zu seinem Höhe- und Wendepunkt geführt. Er will versuchen, phantastische Jenseitsvisionen soweit wie möglich zu retten. Mit gewissen Beschränkungen (S. 341, 347, 353) ließ sich in allen Fällen mystischer Einsicht eine subjektivistische Deutung anführen (S. 340, s. auch S. 519: bei Phantomen). Abgewiesen wird sodann die Deutung des Hellsehens durch Telepathie (S. 406 ff.). Der Vergleich mit Erscheinungen der Telephanie führt dann zur Behandlung der Phantome (S. 678), der Materialisierungen usw. An den wichtigsten Ergebnissen des Spiritismus (Crosscorrespondence u. a. S. 630) neigt sich nun Mattiesen der spiritistischen

Hypothese zu (S. 637, 651), wenn er auch manche Einwände dagegen anerkennt. Von hier aus geht dann die schon oben angedeutete Erweiterung der früheren Ergebnisse rückwärtsschreitend vor sich, deren Einschätzung wir dem kritischen Leser selbst überlassen wollen. A. Römer.

J. H. Leuba, The Immediate Apprehension of God according to William James and William E. Hocking in: The Journal of Philosophy, Vol. XXI, 26.

In der Einleitung seines Artikels erwähnt Leuba den Unterschied zwischen Plotinscher und christlicher Mystik. Dort wird das Absolute identifiziert mit der Abschlußphase der Ekstase, wo nur Negationen ausgesagt werden. (Hierhin gehören auch die Philosophen der Upanischaden und gewisse christliche Mystiker, besonders Böhme und Eckhart.) Die fest im Glauben an den Gottessohn und an einen persönlichen und mehr oder weniger anthropomorphen Vater verankerten christlichen Mystiker wählen unter den mannigfaltigen Erscheinungen der Ekstase die aus, die der traditionell christlichen Begriffswelt verwandt sind. James hat nun die unerschütterliche unmittelbare mystische Erfahrung eingeschränkt, nämlich auf einen unmittelbar gegebenen Kern, verwandt einem positiven Glück. Nach Leuba hält die Unmittelbarkeit des Kerns nicht stand; z. B. der Gedanke einer höheren Macht ist nicht unmittelbar gegebener Bewußtseinsinhalt, vielmehr ist er ein Produkt der Interpretation und Gedankenarbeit. Ist durch James die Offenbarung zu einem Gefühl der Sicherheit usw. eingeschränkt worden, so hat Hocking die Verengerung derselben fortgesetzt. Für ihn bleibt als gewisser Gehalt der Verzückung ein »Etwas«, ein »Daß«, worüber nichts weiter gasagt werden kann. Leuba setzt zum Schluß bewußtes Leben im allgemeinen der mystischen Erfahrung insofern gleich, als die mystischen Erfahrungen nicht mehr den Christengott offenbaren, als es das »Gegebensein« im Rest der bewußten Erfahrung überhaupt tut. A. Römer (Leipzig).

Druckfehler.

Auf Seite 152 Zeile 14 v. u. lies $\frac{dR-e}{R} = \text{konst.}$ statt $\frac{dR-e}{R}$

auf Seite 153 Zeile 14 v. o. lies $\frac{dR-e}{R} = \text{konst.}$ statt $dR-e=\text{konst.}$

auf Seite 153 Zeile 16 v. o. lies z. Z. statt z. B.

Achter internationaler Kongress für Psychologie in Groningen 1926.

Das Archiv entspricht gern dem Ersuchen des ersten Herrn Schriftführers des holländischen Nationalkomitees um Veröffentlichung eines Auszuges aus dem ersten Rundschreiben, das uns als persönliche Einladung zugegangen ist.

Das unterzeichnete Organisationskomitee hat die folgenden Beschlüsse gefaßt:

1. Der Kongreß wird abgehalten zu Groningen vom 6. bis zum 11. September 1926.
2. Der Kongreß wird, ebenso wie der vorige, sich auf ungefähr 200 bekannte Psychologen und einige andere, welche von dem Komitee dazu eingeladen werden, beschränken. Psychologen, welche, ohne eine Einladung empfangen zu haben, dem Kongresse beizutreten wünschen, werden ersucht, sich an den ersten Schriftführer zu wenden.
3. Die Kontribution für die Mitglieder des Kongresses wird 15 Gld. (25 Sh., 30 schweiz. Fr., 25 R.M.) betragen.
4. Die Mitglieder, die solches wünschen, werden von Einwohnern von Groningen als Gäste eingeladen.
5. Die anerkannten Sprachen des Kongresses sind französisch, deutsch und englisch.
6. Während der Kongreßtage werden die Vormittage der Besprechung aktueller Fragen anläßlich zuvor herumgesandter Referate von Sachkundigen, die Nachmittage einer begrenzten Anzahl von Vorträgen individueller Mitglieder gewidmet sein.

Adresse: Prof. Dr. F. Roels, Maliebaan 86, Utrecht, Holland.

G. Heymans, Vorsitzender.
E. D. Wiersma, Vize-Vorsitzender.
F. Roels, Erster Schriftführer.
H. J. F. W. Brugmans, Zweiter Schriftführer.
L. Bouman.
G. van Wayenburg.
H. Zwaardemaker.

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT m. b. H. IN LEIPZIG

Kürzlich erschien:

Die Dekadenz der Arbeit

von

Prof. Dr. Th. Svedberg

Nach der 2. Auflage aus dem Schwedischen übersetzt von
Dr. B. Finkelstein

Die aktuellen Probleme der Physik und Chemie — Umwandlung der Energie, Moleküle und Atome, Kolloide, moderne Transmutationsversuche, flüssige Kristalle usw. — werden in dem Werk in jener allgemeinverständlichen und anziehenden Form dargestellt, für die die schwedischen Gelehrten eine besondere Gabe besitzen.

Nicht nur der gebildete Laie, sondern auch der Fachmann findet in dem Buch viele Angaben, die in der zugänglichen Fachliteratur fehlen.

Gebunden Goldmark 6.—, broschiert Goldmark 5.—

Besprechung: Das Buch hat seinen Titel nach dem Prinzip erhalten, das mehr als alle anderen die Naturforschung der letzten Jahre beherrscht, von dem Gesetze der Degradation der Energie, der Arbeitsdekadenz. In wahrhaft allgemeinverständlicher Form werden die im Vordergrunde des wissenschaftlichen Interesses stehenden Probleme dargelegt. . . .

Das Werk gehört unbestreitbar zu den interessantesten und wertvollsten Erscheinungen. Die Ausstattung ist hervorragend, die Übersetzung ausgezeichnet.

Prof. Gutbier, Jena, in Chemikerzeitung.

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT m. b. H. IN LEIPZIG

Vor kurzem erschien:

Die Formen der Wirklichkeit

Vorträge, gehalten in der
Kieler Ortsgruppe der Kant-Gesellschaft
zum 200. Geburtstage Kants

von

G. Martius ehem. Prof. a. d. Univ. Kiel und **J. Wittmann** a. o. Prof. a. d. Univ. Kiel

114 Seiten. Preis: Goldmark 5.—

Der erste Teil der Schrift von J. WITTMANN handelt über

Raum, Zeit und Wirklichkeit
(zugleich eine Würdigung der Lehre Kants)

Der zweite Teil von G. MARTIUS über

Die Kategorienlehre Kants

In diesen Arbeiten werden Kants kritische Grundideen vom wirklich empirischen Standpunkt, wie Biologie und Psychologie ihn heute bieten, in einfacher, klarer Form entwickelt.

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M. B. H.
LEIPZIG · MARKGRAFENSTRASSE 4

Soeben erschien:

GROSSE MÄNNER

STUDIEN ZUR BIOLOGIE DES GENIES

Herausgegeben von Wilhelm Ostwald

NEUNTER BAND

JOHANNES MÜLLER

Das Leben des rheinischen Naturforschers

Auf Grund neuer Quellen und seiner Briefe
dargestellt von

DR. WILHELM HABERLING

a. o Prof. d. Geschichte d. Medizin a. d. Medizinischen Akademie zu Düsseldorf

Mit 9 Tafeln, einem faksimilierten Brief und 2 Abbildungen im Text, VIII und 501 Seiten. Preis geheftet M. 18.—; gebunden M. 22.—

In obigem Werke entwirft Prof. Dr. W. Haberling eine Beschreibung des Lebens des großen rheinischen Naturforschers und Begründers der modernen Physiologie Johannes Müller, welche sich besonders auf die Briefe des großen Forschers selbst und seiner Angehörigen, die bisher vollkommen unbekannt waren, stützen konnte. Er weist darauf hin, daß wir nun erst in der Lage sind, das Wesen Johannes Müllers recht eigentlich zu verstehen, welches bisher wegen seiner Verschlossenheit Fernstehenden gegenüber den meisten ein Rätsel war. Erst durch diese neuen Funde wird uns klar, daß auch der Mensch Johannes Müller die hohe Verehrung in gleicher Weise verdient, wie sie bisher schon vor aller Welt dem Forscher und Gelehrten gezollt wurde. Aber auch der Forscher gewinnt durch die Kenntnis seiner zahlreichen Briefe an hohem Interesse, da sie uns tief hineinführen in die Art seines Denkens und Forschens und uns Aufschluß über Zusammenhänge seiner Arbeiten geben, die bisher völlig dunkel waren.

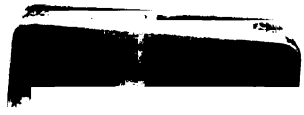
Inhaltsverzeichnis.

I. Vorfahren, Kindheit und Jugend. 1801—1819. — II. Die Studentenzeit. 1819—1822. — II. Der erste Aufenthalt in Berlin. 1823—1824. — IV. Der junge Bonner Dozent. 1824—1827. — V. Die Bonner Jahre. 1828—1830. Die Berliner Naturforscherversammlung. Das Drüsenwerk. Die Bildungsgeschichte der Genitalien. — VI. Die letzten Jahre in Bonn. 1831—1833. Die Reisen nach Holland und Frankreich. Das Bellsche Gesetz. Untersuchungen über Blut und Lymphe. Die Berufung nach Berlin. — VII. Die ersten Jahre in Berlin. 1833—1836. Das Handbuch der Physiologie. Die vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Die Reise nach Wien. — VIII. Die Reisen nach London, Frankreich und Italien. Das Werk über den feineren Bau der krankhaften Geschwülste. Der glatte Hai des Aristoteles. Der zweite Band des Handbuches der Physiologie. Die Berufung Schönleins. Die systematische Beschreibung der Plagiostomen. 1837—1840. — IX. Die Reisen nach Schweden und Italien. Der Amphioxius. Die Asteriden. Die Ganoiden. Die Systematik der Singvögel. 1841—1844. — X. Die Reisen nach Helgoland und Helsingör. Die Entdeckung der Metamorphose der Echinodermen. Der Hydrarchus. Der Neubau der Anatomie. 1845—1847. — XI Die Revolution in Berlin. Müllers Erkrankung. Die Reisen nach Bonn, Ostende, Marseille und Nizza. 1848—1849. — XII. Die Reisen nach Schleswig und Triest. Die Schnecken in den Holothurien. 1850—1852. — XIII. Die Reisen nach Messina und Helgoland. 1853—1854. — XIV. Die letzten Lebensjahre. Die Reise nach Norwegen. Der Schiffbruch. Die Reisen nach Zetto, Nizza und St. Tropez. Müllers Erkrankung und Tod. 1855—1858. — Anmerkungen, Personen- und Ortsverzeichnis.

Buchdruckerei von Robert Noske in Borna-Leipzig.

GENERAL LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA—BERKELEY
SEVEN DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED
This publication is due on the LAST DATE
stamped below.

Biology Library
EDUCATION PSYCHOLOGY
LIBRARY

EDUCATION PSYCHOLOGY
LIBRARY

RB 17-40m-8,'54
(6295s4)4188